

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO-PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



TESIS

**DOSIS DE ÁCIDO HUMICO GRANULADO DE LEONARDITA
Y ACIDOS HUMICOS Y FULVICOS CON MACRO Y MICRO
ELEMENTOS EN EL CULTIVO DE BROCOLI (*Brassica
oleracea*) SECTOR QUILLO ALLPA – DISTRITO Y
PROVINCIA DE LAMAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
JUAN CARLOS HIDROGO GONZALES**

**TARAPOTO – PERÚ
2015**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO-PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

ÁREA DE MEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE CULTIVOS

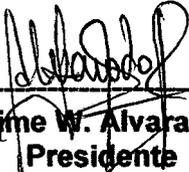
TESIS

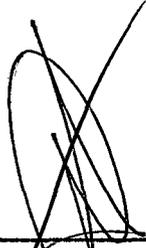
**DOSIS DE ÁCIDO HUMICO GRANULADO DE LEONARDITA
Y ACIDOS HUMICOS Y FULVICOS CON MACRO Y MICRO
ELEMENTOS EN EL CULTIVO DE BROCOLI (*Brassica
oleracea*) SECTOR QUILLO ALLPA – DISTRITO Y
PROVINCIA DE LAMAS**

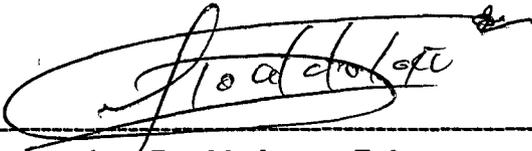
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

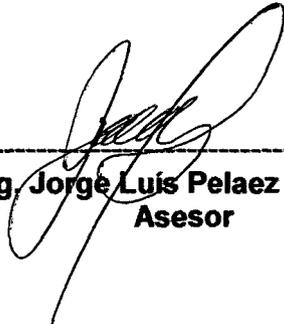
**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
JUAN CARLOS HIDROGO GONZALES**

COMITÉ DE TESIS


Ing. Dr. Jaime W. Alvarado Ramirez
Presidente


Ing. M.Sc. Cesar E. Chappa Santa Maria
Secretario


Ing. Roaldo Lopez Fulca
Miembro


Ing. Jorge Luis Pelaez Rivera
Asesor

DEDICATORIA

A DIOS por darme la vida, perseverancia y fortaleza para superar los obstáculos y que aún en esos momentos muy difíciles siempre me da una luz de esperanza.

A mis padres: ZACARIAS SEGUNDO y MARÍA SUSANA, por apoyarme siempre en mi formación personal, por enseñarme qué para conseguir algo se necesita de esfuerzo, que las oportunidades siempre están presentes solo hay que saber aprovecharlas y que la felicidad es algo que se debe conseguir en el día a día porque cada una de ellas son parte de tu vida.

A mis hermanos: MAGALY, MILAGRITOS, MARCO ANTONIO, JAIME y MARY LEIDY, quienes siempre estuvieron apoyándome en cada escalón y que son una razón por la cual deseo seguir superándome.

Y a mí señorita enamorada PATTY PAMELA, quien me acompaña, apoya, comprende e impulsa en mí, deseos de superación y la suficiente energía para alcanzar mis metas.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor de tesis Ingeniero Jorge Luis Peláez Rivera a quien agradezco que me haya brindado la oportunidad de trabajar con él, de haber brindado su conocimiento técnico, científico y de haberme respaldado en todo momento.

A todos los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento Académico Agrosilvo pastoril, Escuela Profesional de Agronomía – UNSM-T por haberme brindado los conocimientos científicos durante los cinco años de permanencia académica.

A la Municipalidad provincial El Dorado por brindarme ese espacio laboral, disponibilidad de recursos, tiempo para empezar y terminar este trabajo de investigación.

A mis queridos padres por el apoyo condicional en todo momento, por brindarme lo necesario para terminar la carrera profesional de Agronomía, por enseñarme los valores éticos y morales que permitieron mi madurez personal y profesional.

INDICE

| | Págs. |
|--|--------------|
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. OBJETIVOS | 4 |
| III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 5 |
| 3.1 Origen y distribución geográfica del Brócoli | 5 |
| 3.2 Clasificación taxonómica del Brócoli | 5 |
| 3.3 Aspectos morfológicos del Brócoli | 6 |
| 3.4 Fenología | 7 |
| 3.5 Requerimiento edafoclimático | 5 |
| 3.6 Variedades de Brócoli | 9 |
| 3.7 Labores de campo | 10 |
| 3.8 Control de malezas | 17 |
| 3.9 Riego | 18 |
| 3.10 Fertilización | 19 |
| 3.11 Control de plagas y enfermedades | 21 |
| 3.12 Cosecha | 22 |
| 3.13 Investigaciones realizadas con ácido húmico granulado de Leonardita y ácidos húmicos y fulvicos con macro y micro elementos (líquido) | 22 |
| 3.14 Efecto del ácido húmico en el suelo | 25 |
| 3.15 Efecto del ácido húmico en las plantas cultivadas | 25 |
| 3.16 Efecto de las sustancias húmicas | 26 |
| IV. MATERIALES Y MÉTODOS | 34 |
| 4.1 Materiales | 34 |
| 4.1.1 Ubicación del campo experimental | 34 |
| 4.1.2 Ubicación Política | 34 |
| 4.1.3 Ubicación Geográfica | 34 |
| 4.1.4 Condiciones Ecológicas | 34 |
| 4.1.5 Características edafoclimáticas | 35 |

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 4.2 | Metodología | 36 |
| 4.2.1 | Diseño y características del experimento | 36 |
| 4.2.2 | Conducción del experimento | 37 |
| 4.2.3 | Labores culturales | 39 |
| 4.2.4 | Variables evaluadas | 41 |
| V. | RESULTADOS | 44 |
| 5.1 | Porcentaje de prendimiento | 44 |
| 5.2 | Altura de planta | 45 |
| 5.3 | Diámetro de la base del tallo | 46 |
| 5.4 | Peso de la inflorescencia | 47 |
| 5.5 | Rendimiento en kg.ha ⁻¹ | 48 |
| 5.6 | Análisis económico | 49 |
| VI. | DISCUSIONES | 50 |
| 6.1 | Porcentaje de prendimiento | 50 |
| 6.2 | Altura de planta | 51 |
| 6.3 | Diámetro de la base del tallo | 52 |
| 6.4 | Peso de la inflorescencia | 54 |
| 6.5 | Rendimiento en kg.ha ⁻¹ | 56 |
| 6.6 | Análisis económico | 57 |
| VII. | CONCLUSIONES | 59 |
| VIII. | RECOMENDACIONES | 61 |
| IX. | BIBLIOGRAFIA | 62 |
| | RESUMEN | |
| | SUMMARY | |
| | ANEXOS | |

INDICE DE CUADROS

| | Págs. |
|--|--------------|
| Cuadro 1: Distancia entre camas, plantas, hileras/camas y plantas.ha ⁻¹ | 12 |
| Cuadro 2: Herbicidas, ingredientes activos y dosis | 17 |
| Cuadro 3: Riegos y etapas de aplicación | 19 |
| Cuadro 4: Requerimientos de fertilizantes | 19 |
| Cuadro 5: Plagas y enfermedades | 21 |
| Cuadro 6: Análisis de suelo | 35 |
| Cuadro 7: Datos meteorológicos | 36 |
| Cuadro 8: Tratamientos estudiados | 37 |
| Cuadro 9: Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento | 44 |
| Cuadro 10: Prueba de Duncan para el porcentaje de prendimiento | 44 |
| Cuadro 11: Análisis de varianza para altura de planta | 45 |
| Cuadro 12: Prueba de Duncan para altura de planta | 45 |
| Cuadro 13: Análisis de varianza para el diámetro de la base del tallo | 46 |
| Cuadro 14: Prueba de Duncan para el diámetro de la base del tallo | 46 |
| Cuadro 15: Análisis de varianza para el peso de la inflorescencia | 47 |
| Cuadro 16: Prueba de Duncan para el peso de la inflorescencia | 47 |
| Cuadro 17: Análisis de varianza para el rendimiento en kg.ha ⁻¹ | 48 |
| Cuadro 18: Prueba de Duncan para el rendimiento en kg.ha ⁻¹ | 48 |
| Cuadro 19: Análisis económico | 49 |

ÍNDICE DE FOTOS

| | Págs. |
|--|--------------|
| Foto 1: Limpieza del terreno | 37 |
| Foto 2: Preparación del terreno y mullido | 38 |
| Foto 3: Siembra de Brócoli | 39 |
| Foto 4: Sistema de riego | 40 |
| Foto 5: Inflorescencias maduras de Brócoli | 40 |
| Foto 6: Porcentaje de emergencia | 41 |
| Foto 7: Porcentaje de prendimiento | 41 |
| Foto 8: Altura de planta | 42 |
| Foto 9: Peso de la inflorescencia | 42 |

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.), es una planta herbácea que desarrolla una inflorescencia que es comestible cuando aún no se encuentra completamente desarrollada, posee un tallo compacto del cual emergen grandes hojas de color verde oscuro y de superficie cerosa, la planta puede alcanzar una altura de 70 – 90 cm. antes de ser cosechada, si esto no sucede se producirá la floración y la calidad comestible se perderá dando lugar a la formación de cientos de pequeñas flores de color amarillo. Es una especie muy importante en la dieta alimenticia humana, debido a que contiene un alto contenido de vitaminas y minerales (vitamina A, potasio, hierro y fibra, además de ser ricos en hidratos de carbono, proteínas y grasa (Bernal, 2004).

La producción de brócoli y su consumo en el Perú, ha mostrado un buen dinamismo en los últimos años, constituyéndose como un producto importante dentro de los no tradicionales de exportación. Requiere de suelos bien preparados (suelos), de profundidad media (20 – 40 cm.) y mezclada con buena cantidad de abonos (compost, humus de lombriz, etc.)

Según el comentario de Peláez (2014), indica que el cultivo de brócoli se adapta a las condiciones climáticas de la localidad de Lamas; es decir, requiere de temperaturas medias de 24 °C, de una precipitación total mensual de 100 mm y de una humedad relativa del 85%. Requiere de abundante cantidad agua durante todo su cultivo, en especial durante el desarrollo de la inflorescencia, debido a que carencia de este elemento puede ocasionar su floración prematura.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Origen y distribución geográfica del Brócoli

El origen del brócoli parece estar ligado con los países cálidos de Oriente Próximo, siendo la civilización romana durante sus conquistas quienes lo introdujeron en los países europeos ribereños del Mar Mediterráneo. Su cultivo se extendió ampliamente durante el siglo XX, concentrándose a comienzos del siglo XXI los principales productores de brécol en Europa y Estados Unidos. En España tiene especial relevancia la zona levantina y sureste, contando con producciones que se comercializan en los mercados de Barcelona o Valencia, desde donde se exportan a los mercados internacionales. En concreto, en la Región de Murcia se cosechan anualmente unas 14.000 toneladas de brócoli (DETALLE REPORTAJES PADRE, 2011).

3.2 Clasificación taxonómica del Brócoli

WIKEPEDIA (2011), clasifica de la siguiente manera:

DIVISIÓN: Magnoliophyta

SUBDIVISIÓN: Angiospermas

CLASE: Magnoliopsida

ORDEN: Brassicales

FAMILIA : Brassicaceae

GÉNERO: *Brassica*

ESPECIE: *Brassica oleracea*

NOMBRE COMÚN: Brócoli, brecol.

3.3 Aspectos morfológicos del Brócoli

MANUAL AGROPECUARIO (2004), menciona que esta planta anual es una forma de coliflor que produce cabezas verdes alargadas y en ramificaciones. Tiene un sistema radicular secundario muy profuso y abundante; posee *raíz* pivotante que puede llegar hasta 1,20 m de profundidad. La planta es erecta, tiene de 60 cm a 90 cm de altura y termina en una masa de yemas funcionales; los *tallos* florales salen de las axilas foliares, una vez movida. La parte comestible es una masa densa de yemas florales (inflorescencia) de color verde. Las flores son de color amarillo y tienen cuatro pétalos en forma de cruz, de donde proviene el nombre de la familia a la que pertenecen. El *fruto* es una vaina pequeña de color verde oscuro, que mide en promedio de 3 cm a 4 cm y contiene las semillas; es una planta difícil de producir.

Es una planta similar a la coliflor, aunque las hojas son más estrechas y más erguidas, con peciolo generalmente desnudos, limbos normalmente con los bordes más ondulados; así como nervaduras más marcadas y blancas; pellas claras o ligeramente menores de tamaño, superficie más granulada, y constituyendo conglomerados parciales más o menos cónicos que suelen terminar en este tipo de formación en el ápice, en bastantes casos muy marcada. Es importante resaltar la posible aparición de brotes laterales en los bróculis de pella blanca en contraposición a la ausencia de este tipo de brotes en la coliflor. La raíz es pivotante con raíces secundarias y superficiales. Las flores del bróculi son pequeñas, en forma de cruz de color amarillo y el fruto es una silicua de valvas ligeramente convexas con un solo

nervio longitudinal. Produce abundantes semillas redondas y de color rosáceo Jorge (2011).

3.4 Fenología

INFOAGRO (2011), menciona que en el desarrollo del brócoli se pueden considerar las siguientes fases:

- De crecimiento: la planta desarrolla solamente hojas.

- De inducción floral: después de haber pasado un número determinado de días con temperaturas bajas la planta inicia la formación de la flor; al mismo tiempo que está ocurriendo esto, la planta sigue brotando hojas de tamaño más pequeño que en la fase de crecimiento.

- De formación de pellas: la planta en la yema terminal desarrolla una pella y, al mismo tiempo, en las yemas axilares de las hojas está ocurriendo la fase de inducción floral con la formación de nuevas pellas, que serán bastante más pequeñas que la pella principal.

- De floración: los tallos que sustentan las partes de la pella inician un crecimiento en longitud, con apertura de las flores.

- De fructificación: se forman los frutos (silicuas) y semillas.

3.5 Requerimiento edafoclimático

3.5.1 Suelo

El brócoli requiere suelos francos con muy buen drenaje ya que tiene un sistema radicular particularmente sensible al exceso de agua. Su pH óptimo está entre 5.5 y 6.5, por lo que en la mayoría de las principales zonas brocoleras de Intibucá, Francisco Morazán y Ocotepeque, los suelos requieren enmiendas de pH. Más adelante se discutirá el tema del encalado más ampliamente (USAID, 2008).

3.5.2. Clima

Sakata (2011), menciona que la condición de un Clima templado a ligeramente frío, es el más apropiado para el cultivo de Brócoli.

3.5.3 Temperatura

Fernández *et al.*, (2011), mencionan que para el crecimiento de la inflorescencia son ideales temperaturas promedio de 15° C. el brócoli tienen los mismos requerimientos climáticos que la coliflor, aunque es mucho más sensible al calor.

Con una temperatura media alrededor de los 18°C. Es bastante tolerante a temperaturas bajas, pero su calidad desmejora y la vida de anaquel se limita bastante cuando se expone a temperaturas altas. Para un desarrollo normal de la planta es necesario que las temperaturas durante la fase de crecimiento oscilen entre 20 y 24°C y para poder iniciar la fase de inducción floral se

necesita una temperatura de entre 10 y 15°C durante varias horas del día
USAID (2008).

3.5.4 Altitud

Durante el periodo vegetativo debe tener bajas temperaturas, aunque no resiste las heladas, en altitudes de 1800 msnm a 2800 msnm. Es un cultivo primordialmente de zonas altas, su mejor desarrollo y calidad se obtiene en zonas arriba de los 1,500 msnm (USAID, 2008).

3.5.5 Humedad

La humedad relativa óptima oscila entre 60 y 75% (TRAXCO.ES, 2011).

3.5.6 Luminosidad

Un fotoperiodo de 11 a 13 horas luz (Sakata, 2011).

3.6. Variedades de brócoli

ABCAGRO (2011), indica lo siguiente:

Admiral: Variedad de ciclo medio. 80-85 días desde trasplante a recolección.

Coaster: Ciclo medio-largo. 80-85 días desde trasplante a recolección.

Greenduke: Ciclo de 80-90 días.

Corvet: Variedad precoz. 90-95 días desde la siembra. Resistente a Mildiu.

Shogum: Ciclo semi tardío. Tolerante a Mildiu.

Marisa: Muy precoz. 55-60 días desde el trasplante a la recolección.

de la época del año. No se olvide clasificar las plántulas por tamaño para tener uniformidad de plantas y evitar una reducción en rendimiento por plantas no cosechadas.

3.7.6 Trasplante

Esta actividad cuenta con tres pasos muy delicados y que deben ejecutarse con mucho cuidado (USAID, 2008).

1. Marcado:

Mantener la densidad de siembra establecida es importante para obtener plantas uniformes que den domos igualmente uniformes en el menor tiempo de cosecha posible. Para lograr esto, el uso de tubo marcador es una buena opción. Esto consiste en tomar un tubo de PVC de ½ pulgada y amarrar pedazos de cabuya a la distancia deseada entre plantas. Estas marcas servirán de referencia para hacer el hoyo de trasplante.

2. Solución arrancadora:

Esta solución es una mezcla de agua con fertilizante, de esta mezcla se ponen 250 cc por hoyo al momento del trasplante. La dosis de fertilizante es de 3 Lbs. de 18-46-0 por 200 litros de agua. El uso de esta solución:

- Logra saturar el suelo que permite al suelo moldearse alrededor del pilón de nuestra planta
- Se vuelve el adherente entre el suelo y el pilón
- Uniformiza la humedad del suelo
- Da un poco de nutrición inicial a la plántula

- Permite una recuperación más rápida de la planta.

La solución puede ser aplicada de diferentes maneras: con cubetas, bombas de mochila o tanques de mayor capacidad. Lo importante es humedecer bien cada hoyo.

3. **Siembra:** Se debe hacer una vez que el agua de la solución arrancadora se haya consumido y nunca antes de que se seque totalmente porque pierde su efecto. Al momento de fijar la planta en el suelo debe evitarse que queden bolsas de aire que luego con el riego se llenan de agua y la planta se pierde. La humedad del suelo debe ser la óptima al momento del trasplante.

Unos días después del trasplante hay que realizar un pequeño estrés de agua a la planta. Esta recomendación significa que las plantas se vean un poco marchitas de las 10:00 de la mañana a las 4:00 de la tarde, que la marchites sea uniforme en todo el cultivo en la mayor parte del cultivo y que las plantas se vean un poco marchitas sin llegar a morir.

Esta restricción de agua puede durar de tres a ocho días dependiendo de las condiciones del clima y tipo de suelo. Este método obliga a la planta a dividir más las raíces para lograr que haya una mayor cantidad de raíces al pie de la planta. El estrés sólo se debe realizar al inicio del cultivo y es para obtener más número de raíces. El estrés no es para

que las raíces sean más largas, ya que con riego por goteo toda la solución nutritiva generalmente está en los primeros 30 cm de suelo.

También se puede aumentar el desarrollo de las raíces haciendo una aplicación de IBA (Ácido 3-indol 3-butírico) con IBA al 98% (2 gramos de IBA + 20 gramos de vitamina). Esto se disuelve en 600 ml de alcohol de quemar. De esta mezcla se usan 200 ml por barril de 200 litros y también al barril se le agregan 4 libras de azúcar y 250 ml de globafol o aminocat. De esta mezcla se aplican 25 ml tronqueada por planta entre 15 – 20 días después del trasplante.

Para establecer una hectárea, se hace un semillero de aproximadamente 150 m² y se utilizan entre 250 y 300 gramos de semilla.

El trasplante se hace cuando las plántulas han desarrollado entre tres y cuatro hojas verdaderas, lo que ocurre aproximadamente treinta días después de la siembra; si las plantas se trasplantan más desarrolladas, pueden haber serias pérdidas en el rendimiento, ya que muchas plantas no formarán cabezas.

La siembra se puede hacer en lomillos distanciados 40 cm y entre plantas 40 cm, o bien en eras de 0,75 m de ancho y 1 m entre centros, en las que se siembran dos hileras separadas 30 cm y entre plantas 25 cm (Jorge, 2011).

3.8 Control de malezas

USAID (2008), manifiesta que las malezas son el enemigo número uno de los cultivos, ya que dentro del lote causan competencia por luz, agua y nutrientes. Además de eso, son hospederas de plagas y enfermedades que afectan al cultivo. Es importante manejar sin malezas en el cultivo; para esto es necesaria la implementación temprana de las prácticas básicas que incluye una excelente mecanización 30 días antes de la siembra ya que en los suelos de altura no hay coyolillo. Además, permite instalar un sistema de riego para pregerminar malezas y hacer el control de la maleza existente con el herbicida adecuado. Esto permite entrar a la siembra libre de malezas, garantizando que el cultivo estará por lo menos 20 días libre de malezas logrando formar una buena cobertura antes de que las malezas comiencen a competir con él. El control después será más fácil, combinando el control manual y químico. A continuación una tabla con los herbicidas para brócoli.

Cuadro 2: Herbicidas, ingredientes activos y dosis

| Nombre comercial | Ingrediente activo | Dosis | Observaciones |
|-------------------------|----------------------------------|-----------------------|---|
| Basta 15 SL | Glufosinato de amonio 150 g/l | 1.6 l/200 l de agua | No selectivo; quemante |
| Roundup Max 68 SG | Glyphosate 680 g/kg | 2 kg/200 l de agua | Sistémico, aplicar mínimo 30 días antes de la siembra |
| Fusilade 12.5 EC | Fluazifop-P-butyl 125 g/l | 1.25 l/ 200 l de agua | Solamente controla gramíneas |
| Koltar 12 EC | Difenil eter oxifluorfen 120 g/l | 3.0 l/200 de agua | Contacto, pre y post emergencia. |

Fuente: USAID, (2008).

3.9 Riego

USAID (2008), menciona que para un buen desarrollo radicular, se necesita que el suelo no solo tenga agua, sino también aire. El agua en el suelo presenta tres etapas dependiendo de la cantidad que haya en el suelo.

- Cuando se realiza un riego profundo (o lluvia abundante) el agua ocupa tanto los macroporos como los microporos; en este punto se dice que el suelo está saturado.
- Pasado un tiempo corto de un día o dos, el agua gravitacional (la que ocupa los macroporos) percola hacia la capa freática, dejando los macroporos vacíos y llenos de aire y los microporos con agua. Con estas condiciones el suelo está a capacidad de campo.

Este estado del suelo es considerado como el óptimo para los cultivos ya que el agua y el aire se pueden aprovechar fácilmente.

- A medida que la planta va aprovechando el agua, el nivel en los microporos baja hasta un punto que la planta ya no puede absorberla porque la energía necesaria para esto es demasiada. Este extremo es conocido como punto de marchitez permanente.

Para lograr mayor eficiencia del riego se debe de determinar la adecuada lámina a utilizar dependiendo el tipo de textura y estructura del suelo. Los riegos y etapas de aplicación se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3: Riegos y etapas de aplicación

| RIEGOS | ETAPAS |
|---------------|-------------------------------------|
| 1 | Al trasplante |
| 2 | 2 semanas después del transplante |
| 3 | 5 semanas |
| 4 | 8 semanas |
| 5 | 11 semanas |
| 6 | 12 a 13 semanas (riego por cosecha) |

Fuente: Sakata (2011).

En esta área es muy común realizar otro riego al momento de la cosecha, con la finalidad de que la cabeza del brócoli esté más firme y tenga mayor peso (Sakata, 2011).

3.10 Fertilización

Los requerimientos de brócoli para una producción de 36,000 lbs/ha⁻¹. (25,200 lbs/Mz.) son los siguientes, según el cuadro 4.

Cuadro 4: Requerimientos de fertilizantes

| Elemento | Kg.ha⁻¹ | Lbs.ha⁻¹ |
|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| N | 145 | 319 |
| P ₂ O ₅ | 57 | 126 |
| K ₂ O | 225 | 495 |
| Ca | 80 | 177 |
| Mg | 29 | 64 |
| B | 0.61 | 1.35 |

Fuente: Sakata (2011).

1ra. Fertilización: En el momento del surcado o de base se incorporan 500 Kg. de la fórmula 10 - 21 - 10, con un total de 50 N, 105 P, 50 K, unidades por hectárea.

2da. Fertilización: Se realiza de 20 a 25 días después de la plantación con 400 Kg. de Nitrato de amonio y 50 Kg. de Nitrato de calcio con un total de 141 N, y 20 K, unidades por hectárea.

3ra. Fertilización: Se realiza a los 50 días después de plantado con 400 Kg. de Nitrato de amonio, y 50 Kg. de Nitrato de calcio con un total de 141 N, y 20 K unidades por hectárea.

No se recomienda el cultivo de brócoli en terrenos con alto contenido de Fe y Al y pH muy bajo (menor a 5.5) que se identifican normalmente como suelos "rojos", ya que estos elementos bloquean la disponibilidad de Calcio ocasionando disturbios fisiológicos en la planta como el tallo hueco y el poco crecimiento de la planta (Sakata, 2011).

3.11 Control de plagas y enfermedades

Cuadro 5: Plagas y enfermedades

| PLAGA | NOMBRE CIENTIFICO | DAÑO | CONTROL |
|---------------------------|-------------------------------------|---|---|
| Minador de hojas | <i>Liriomyza trifolii</i> | Labran galerías en las hojas. | Diazinon, Fosalone |
| Mosca de la col | <i>Chorthophila brassicae</i> | Las larvas ocasionando galerías en los tallos | Clorpirifos, diazinon |
| Oruga de la col | <i>Pieris brassicae</i> | Causan daño a la hoja, destruyéndola en su totalidad | <i>Bacillus thuringiensis</i> , Acefato al 2% |
| Gorgojo de las coles | <i>Ceuthorrhynchus pleurostigma</i> | En estado larvario atacan los tallos, produciendo agallas. | Pulverizar con lindano cuando los plantines tengan de 3 a 4 hojas |
| Polilla de las crucíferas | <i>Plutella xylostella</i> | En estado larval ocasionan daños en las hojas | <i>Bacillus thuringiensis</i> |
| Pulgilla de la col | <i>Phyllotreta nemorum</i> | Dañan las hojas y causan galería en hojas y raíces | Carbaril, Metiocarb. |
| Pulgon de las coles | <i>Brevicoryne brassicae</i> | Producen picaduras en las hojas. | Acefato al 75%, carbofurano al 5%. |
| ENFERMEDAD | NOMBRE CIENTÍFICO | DAÑO | CONTROL |
| Alternaria | <i>Alternaria brassicae</i> | Afectan los cotiledones y las primeras hojas formando unas manchas negras de un cm de diámetro. | Mancozeb, propineb |
| Hernia de la col | <i>Plasmodiophora brassicae</i> | Causan daños en las raíces | Dazomet, metam-sodio |
| Mancha angular | <i>Mycosphaerella brassicola</i> | Afectan hojas viejas ocasionando un color oscuro de aspecto acorchado. | Oxicloruro de sodio, mancozeb |
| Mildiu | <i>Peronospora brassicae</i> | Producen manchas de color amarillo y forma angulosa afectando los cotiledones. | Oxicloruro de sodio, captan |
| Rizoctonia | <i>Rhizoctonia solani</i> | Producen deformaciones que se origina en la raíz y el cuello contiguo al tallo. | Desinfectar el suelo con vapor, y en la planta aplicar dazomet, etc |
| Roya | <i>Albugo candida</i> | Produce deformaciones en distintos órganos de la planta | prevenir cada 7 días con mancozeb, propineb, etc |

Fuente: Infoagro (2011)

3.12 Cosecha

La cosecha se realiza cuando la cabeza principal o inflorescencia tiene un tamaño ideal de 5 a 6 pulgadas, grano fino y compacto, este es el momento óptimo de cosecha que es el parámetro usado en el mercado fresco.

La cosecha para el mercado de proceso: se realiza un poco sobre maduro en el punto máximo de tamaño y grano fino a medio, antes de que reviente el pedicelo, para evitar daño mecánico. El tamaño ideal de corte es de 6 a 8 pulgadas para que favorezca el recorte de spears (lanzas) y floretes (BOTANICAL, 2011).

3.13 Investigaciones realizadas con Ácido Húmico granulado de Leonardita y Ácidos Húmicos y Fúlvicos con macro y micro elementos

Los ácidos húmicos son derivados del mineral Leonardita, una forma oxidada de lignito, y son los constituyentes principales de materia orgánica vegetal en un estado avanzado de descomposición (<http://www.biofix.com/farmgrdn/spanish/humicsp.pdf>).

La humificación es, por lo tanto, un proceso evolutivo por el cual la materia orgánica se va transformando, primero en humus joven, para pasar a humus estable hasta llegar a la definitiva mineralización formando el ácido húmico. Los ácidos húmicos derivados de Leonardita son muy estables, su grado de oxidación y los componentes son más uniformes (<http://www.biofix.com/farmgrdn/spanish/humicsp.pdf>).

Los Ácidos húmicos son moléculas complejas orgánicas formadas por la descomposición de materia orgánica. El ácido húmico influye en la fertilidad del suelo por su efecto en el aumento de su capacidad de retener agua. Los ácidos húmicos contribuyen significativamente a la estabilidad y fertilidad del suelo resultando en crecimiento excepcional de la planta y en el incremento en la absorción de nutrientes (<http://www.biofix.com/farmgrdn/spanish/humicsp.pdf>).

Reportes sobre ácidos húmicos han indicado un incremento en la permeabilidad de las membranas de las plantas, estimulando la absorción de nutrientes. Muchos investigadores han observado un efecto positivo en el crecimiento de varios grupos de microorganismos. Hay evidencia también que parte de las materias húmicas contienen poblaciones grandes de Actinomicetos (microorganismos que tienen en común propiedades de hongos y también de bacterias) que pueden degradar una amplia gama de sustancias inclusive de celulosas, humicelulosa, proteínas, y ligninas (<http://www.biofix.com/farmgrdn/spanish/humicsp.pdf>).

Los fertilizantes húmicos de carbón activan los procesos bioquímicos en plantas (respiración, fotosíntesis, y el contenido de clorofila) e incrementa la calidad y rendimiento de muchas cosechas. (<http://www.biofix.com/farmgrdn/spanish/humicsp.pdf>).

El ácido húmico Incrementa rendimiento de cosecha, incrementa permeabilidad de las membranas, incrementa la absorción de nutrientes,

aumenta crecimiento de organismos del suelo, estimula procesos bioquímicos en las plantas, estimula el desarrollo de las raíces, aumenta la utilización de fosfato, tiene capacidad alta de cambio de base, estimula crecimiento (<http://www.biofix.com/farmgrdn/spanish/humicsp.pdf>).

Los ácidos húmicos tienen dos componentes principales: ácido húmico y ácido fúlvico, en diferentes proporciones según su origen y método de extracción. La mezcla de estos ácidos se les conoce generalmente como ácido húmico, por su connotación universal con el "Humus" concepto con el que se describía la mayor fertilidad y mejor condición (<http://www.biofix.com/farmgrdn/spanish/humicsp.pdf>).

Los ácidos húmicos son sustancias (de coloración negra) que poseen un alto grado de humificación, así como una estructura compleja. Actúan principalmente sobre las propiedades físicas y químicas del suelo (http://www.corpmisti.com.pe/novedades/ARTICULO_ESPARRAGO.pdf.)

Presentan las siguientes características:

- Aumentan la permeabilidad y la porosidad del suelo.
- Precipitan en medio ácido.
- Presentan una gran capacidad de retención de agua.
- Presentan una gran acción coloidal (retención de cationes), formando así parte del complejo arcillo-húmico (CAH)
- Máxima capacidad de intercambio catiónico.
- Gran dificultad de concentración en líquidos: 15% como máximo, ya que posteriormente empiezan a sedimentarse.

3.14 Efecto del ácido húmico en el suelo:

- Mejora la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) de los suelos, haciendo disponibles a otros nutrientes que se encuentran bloqueados, como el Fósforo, Potasio, Magnesio, etc.
- Incrementa la población y actividad microbiana útil y por ende, la calidad y actividad benéfica en el suelo, mejorando la absorción de los nutrientes disueltos por esta acción bioquímica de la nueva fauna microbiana.
- Mejora la estructura de los suelos, haciéndolos esponjosos y más retentivos del agua.
- Reducción de sales presentes en los suelos con este problema, funcionando como un buen dispersante de ellas, in situ.
- Disminuye el efecto fitotóxico del Aluminio de los suelos, debida a la formación de silicatos de aluminio.

Optimiza la fertilización fosfórica, por la transformación de los fosfatos insolubles, en formas más solubles y asimilables por las plantas (<http://www.cpisac.com/wp-content/uploads/2012/06/FICHA-TECNICA-CROPFIELD-EKOFIELD-CULTIVOS-TROPICALES-ENMIENDA.pdf>).

3.15 efecto del ácido húmico en las plantas cultivadas:

- Absorbe con mayor eficiencia nutrientes esenciales como: Fósforo, Magnesio, Potasio, Calcio, Boro.
- Estimula y activa el desarrollo del sistema radicular, mejorando la absorción de los nutrientes que no estaban a su alcance.

- Efecto bioestimulante sobre el Metabolismo energético y la síntesis de proteínas y ácidos nucleídos en las células.
- Mejora la permeabilidad de las membranas celulares.
- Promueve el incremento de la tasa fotosintética: hojas más anchas y verdes.
- Acelera y uniformiza la germinación de las semillas.
- Promueve y activa el macollaje, la brotación de yemas, los bulbos, tubérculos y coronas.
- Regula el mecanismo de la transpiración, haciendo que las plantas economicen el agua en etapas críticas.
- Engrosamiento de los entrenudos, evitando el acame o tumbado y las plantas son más erectas.
- El silicio es un elemento que promueve la formación de las barreras físicas para mejorar el sistema de defensa de las plantas como las capas sílicas, que se encuentran entre la cutícula y la pared celular de la epidermis de los órganos, otorgándole una mayor capacidad de defensa.
(<http://www.cpisac.com/wp-content/uploads/2012/06/FICHA-TECNICA-CROPFIELD-EKOFIELD-CULTIVOS-TROPICALES-ENMIENDA.pdf>).

3.16 Efectos de las sustancias húmicas

Numerosos autores han descrito los efectos directos e indirectos sobre el desarrollo vegetal que ejercen las sustancias húmicas (Chen y Aviad, 1990; Varanini y Pinton, 2000; Chen *et al.*, 2004a). Siendo considerados **efectos directos**, aquellos que actúan sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas que determinan la fertilidad de los suelos y **efectos indirectos** a

los que actúan sobre el vegetal en diferentes procesos fisiológicos-bioquímicos que estimulan su crecimiento y la toma de nutrientes. Sin embargo, a menudo los resultados obtenidos por estas investigaciones difieren entre sí, debido a que los efectos que ejercen las sustancias húmicas pueden variar en función: del origen (García, 1990), contenidos de grupos funcionales (Piccolo *et al.*, 1992) y concentración de las sustancias húmicas, así como de la especie vegetal, edad y estado nutricional de la misma (Albuzio *et al.*, 1986).

Para que las sustancias húmicas puedan ejercer sus efectos directos sobre el vegetal, deben ser absorbidos por las plantas. Los resultados obtenidos, han permitido observar que tanto los ácidos húmicos se suelen acumular en las raíces, donde actúan principalmente y sólo una pequeña fracción se trasporta a la parte aérea (Vaughan y Linehan, 1976), mientras que los ácidos fúlvicos al tratarse de moléculas de menor peso molecular, son absorbidos más activamente por las plantas (Vaughan y Malcolm, 1985) y su transporte a la parte aérea es mayor (Für y Sauerbeck, 1967).

Las sustancias húmicas inciden indirectamente en el desarrollo de las plantas, al modificar las propiedades que determinan la fertilidad del suelo cuando se incorporan en grandes cantidades. Sus efectos en el suelo, es facilitar la formación de agregados estables de elevada porosidad, que aumentan la capacidad de retención del agua y la buena aireación, proporcionando así, un medio más idóneo para el crecimiento de las plantas (Stevenson, 1994; Canarutto *et al.*, 1996; Piccolo y Móagwu, 1997), a su vez, las sustancias

húmicas proporcionan una coloración oscura al suelo que facilitan su calentamiento, hecho que estimula el crecimiento y producción de las plantas (Gallardo, 1980; Stevenson, 1994).

Las sustancia húmicas evitan los cambios bruscos de pH del suelo, debido a que poseen gran número de grupos funcionales hidroxilo y carboxilo que pueden sufrir procesos de disociación-asociación (Stevenson, 1994, Barón et al., 1995), manteniendo unas condiciones de reactividad óptima para la vida en los suelos.

Mejoran la fertilidad del suelo al contribuir en la CIC, ya que retienen nutrientes (Fe^{3+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Mg^{2+} , K^+) en formas más fácilmente disponibles para las plantas, pero que evitan sus pérdidas por lavado. Las sustancias húmicas adsorben preferentemente cationes polivalentes frente a los monovalentes y para iones de igual valencia se adsorben primero los menos hidratados (Stevenson, 1994).

Las sustancias húmicas suministran nutrientes (N, P, S) a las plantas mediante los procesos de mineralización que sufre la materia orgánica por los microorganismos del suelo (Varanini y Pinton, 1995); Akinremi *et al.*, 2000). Además forman complejos naturales con los cationes (Sánchez-Andréu *et al.*, 2000), aumentando de esta manera la solubilidad de los metales en el suelo y favoreciendo su toma por las plantas (Varanini y Pinton, 1995); Cesco *et al.*, 2000. Así Pinton *et al.*, (1998), encontraron una reducción e incluso eliminación de los síntomas de deficiencia de hierro en las plantas de pepino,

debido a la movilización del Fe procedente de hidróxidos insolubles por la formación de complejos solubles con las sustancias húmicas.

También, facilitan la disponibilidad del fósforo a las plantas al complejarse con el calcio (Gaur, 1964), ya que en el suelo, el fósforo es poco soluble y se fija a los componentes minerales (óxidos de aluminio y carbonatos, arcillas...), siendo en suelos calizos su disponibilidad aún menor, por la formación de fosfatos de calcio insolubles. Este proceso de complejación va a depender del pH (Brun *et al.*, 1994).

Las sustancias húmicas proporcionan carbono a los microorganismos del suelo, hecho que permite incrementar la población microbiana y su actividad enzimática (Murzakow, 1988; Lizarazo, 2001), dando lugar a un mayor aporte de nutrientes a las plantas, al favorecerse los procesos de mineralización y humificación de la materia orgánica, la fijación biológica del nitrógeno y la reducción del Fe (III) al actuar como catalizadores químicos en su reducción biológica por las bacterias anaeróbicas (Lovley *et al.*, 1998).

Los efectos bioestimulantes de las sustancias húmicas sobre el desarrollo vegetal indican que aumentan la proporción de granos germinados. Así Csicsor *et al.*, (1994) observaron efectos beneficiosos en la germinación *in vitro* de semillas de tabaco, con la aplicación de humatos potásicos y ácidos fúlvicos en diferentes dosis, obteniéndose los mejores resultados con los humatos potásicos en dosis de 200 mg l⁻¹. Ayuso *et al.*, (1996), obtuvieron incrementos en el índice de germinación de pimientos tratados con sustancias

húmicas procedentes de turba y leonardita, mientras que las sustancias húmicas procedentes de materiales menos humificados, inhibieron la germinación dependiendo de la dosis y del tipo de cultivo.

Los estudios realizados por Ramos (2000), mostraron que la aplicación de sustancias húmicas comerciales de diferentes orígenes de semillas de tomate cv. Daniela en condiciones *in vitro*, mejoraban el porcentaje de germinación, sin embargo, la dosis óptima fue diferente según el origen de las sustancias húmicas, incluso para aquellas de la misma procedencia, la dosis óptima varió considerablemente según el producto empleado. Normalmente la germinación se encuentra inhibida a dosis altas (Chen y Aviad, 1990).

Chen y Aviad (1990), atribuyeron los efectos beneficioso sobre la germinación, a la capacidad de las sustancias húmicas de incrementar la actividad enzimática de las semillas. Csicsor *et al.*, (1994), consideran que las sustancias húmicas influyen también sobre la respiración celular, al actuar en los procesos de transferencia de electrones gracias a los radicales libres presentes en todas las sustancias húmicas.

Los efectos bioestimulantes de las sustancias húmicas en el crecimiento de las plantas, han sido observados y documentados en gran cantidad de artículos (Chen y Aviad, 1990); Nardi *et al.*, 1996; Cesco *et al* 2002). Se ha demostrado que mejoran el crecimiento radicular con su aplicación foliar, en hidroponía o directamente al suelo (Sánchez-Conde *et al.*, 1972; Cooper *et al.*, 1998), aunque sus efectos dependen del tipo y dosis de sustancias

húmicas empleadas. Rauthan y Schnotzer (1981), encontraron en plantas de pepino tratadas con ácidos fúlvicos purificados en diferentes orígenes, resultando más efectivo la fracción húmica procedente de turba. La aplicación al suelo de sustancias húmicas también permitió observar un aumento del peso radicular de 38 a 45% para la longitud radicular en *Agrothis Stolonífera* L. (Cooper *et al.*, 1998).

Los efectos de las sustancias húmicas en el crecimiento de las raíces y tallos son muy diferentes, resultando más evidentes en las raíces. Chen *et al.*, (2004a) observaron una estimulación del crecimiento del 25% en los tallos y raíces bajo condiciones de hidroponía, con la adición a la disolución nutritiva Hoagland de ácidos húmicos en dosis de 50 mg.l^{-1} , hecho que evidencia el efecto sinérgico de la aplicación combinada de sustancias húmicas junto a la disolución nutritiva. El crecimiento de los tallos normalmente está correlacionado con la respuesta radicular, independientemente del modo de aplicación de las sustancias húmicas (Chen, 2006).

Las sustancias húmicas proporcionan una mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas. Así Gaur, (1964), observó incrementos en la absorción de N, P y K y descensos en la toma de Ca con la aplicación de ácidos húmicos procedentes de compost a plantas de centeno. Rauthan y Schnitzer (1981), aplicaron diferentes dosis de ácidos fúlvicos hasta un máximo de 2000 mg.l^{-1} a plantas cultivadas en disolución Hoagland, obteniéndose incrementos en la absorción entre $100\text{-}300 \text{ mg.l}^{-1}$. Esto pone de manifiesto que las concentraciones elevadas de sustancias húmicas normalmente resultan

inhibitorias. Guminisky *et al.*, (1983) observaron que las sustancias húmicas procedentes de compost en dosis de 100 mg.l^{-1} incrementaron la absorción de P y K en plantas de tomate, no obteniéndose estos resultados con plantas de maíz, donde dosis similares inhibieron la absorción de P. También David *et al.*, (1994) encontraron en plantas de tomate con la adición de ácidos húmicos en dosis 1280 mg.l^{-1} , incrementos en los niveles foliares de P, Ca, K y Mg, así como radiculares de Ca y N.

Distintos estudios han puesto de manifiesto un aumento en la permeabilidad de las membranas radiculares en presencia de sustancias húmicas en el medio radicular (Vaughan y Linehan, 1976; Varanini y Pinton, 2000; Guminisky *et al.*, 1983), hecho que ha sido atribuido, por dichos autores, a la interacción de las sustancias húmicas con las proteínas y lípidos de membrana ya que debido a las propiedades hidrofóbicas e hidrofílicas de las sustancias húmicas, podrían interactuar con las estructuras fosfolipídicas de las membranas celulares, actuando como transportadores de nutrientes a través de ellas.

Son numerosos los estudios que demuestran los efectos beneficiosos de las sustancias húmicas en los procesos metabólicos energéticos como son: la respiración (Vaughan y Malcolm, 1985; Chukov *et al.*, 1996; Lovley *et al.*, 1996; Nardi *et al.*, 2002) y la fotosíntesis (Sladky, 1959; Albuizio *et al.*, 1994). Existen trabajos que afirman que las sustancias húmicas actúan directamente sobre la respiración, al intervenir en las cadenas respiratorias de las mitocondrias (Csicsor *et al.*, 1994; Pinton *et al.*, 1999) como donadoras de e^-

(debido a los grupos quinónicos) aumentando la energía suministrada a las células.

Sladky, (1959), observó aumentos en los niveles de clorofila cuando se adicionó a la disolución nutritiva de plantas de tomate ácidos húmicos y fúlvicos y un extracto alcohólico de la materia orgánica del suelo. También Albuzio *et al.*, (1994), encontraron incrementos significativos en los niveles foliares de clorofilas con la aplicación de sustancias húmicas (150 mg.l^{-1} en plantas de avena.

Martínez (2011), evaluó el efecto de cinco ácidos húmicos en el cultivo de dos variedades de frejol en Carpuela, Imbabura y los resultados obtenidos indican que, la mejor interacción fue variedad Paragachi con Pilier humus (V1F5) para las variables altura de planta a la madurez fisiológica con 68,17cm, días a la madurez fisiológica con 83 días, número de vainas por planta 15, número de granos por vaina 6, rendimiento de $3,14 \text{ t.ha}^{-1}$ y una ganancia de 1398,88 dólares por hectárea con una inversión de 1018,92 dólares en 83 días de perdura el cultivo Finalmente indica que el mejor ácido húmico para aplicación foliar en el cultivo de frejol fue PILIER HUMUS con una dosis de 1 l de producto en 200 l de agua.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Materiales

4.1.1 Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en el fundo “EL PACÍFICO” de propiedad del Ing. Jorge Luís Peláez Rivera, ubicado en el Distrito de Lamas, Provincia de Lamas, Departamento San Martín el cual presenta las siguientes características.

4.1.2 Ubicación política

| | | |
|--------------|---|------------|
| Distrito | : | Lamas |
| Provincia | : | Lamas |
| Departamento | : | San Martín |
| Región | : | San Martín |

4.1.3 Ubicación geográfica

| | | |
|----------------|---|---------------|
| Latitud Sur | : | 06° 20' 15" |
| Longitud Oeste | : | 76° 30' 45" |
| Altitud | : | 835 m.s.n.m.m |

4.1.4 Condiciones ecológicas

Holdridge (1985), indica que el área de trabajo se encuentra en la zona de vida de Bosque seco Tropical (bs – T) en la selva alta del Perú.

4.1.5 Características edáfoclimáticas

a. Características edáficas

El suelo presenta una textura Franco Arcillo Arenosa, con un pH de 5.47. La Materia Orgánica se encuentra en un nivel medio con 2.62%. El fósforo (P) es bajo con un valor de 3,8 ppm, el potasio disponible se encuentra en un nivel medio con 74.13. En el cuadro 6, se muestran los valores del análisis de suelo.

Cuadro 6: Análisis de suelo

| Parámetros | | Tratamiento |
|---|------------------|------------------|
| | | T0 |
| C.E. (Mmhos/cc) | | 1.10 |
| Análisis mecánico | Arena (%) | 57.6 |
| | Limo (%) | 10.8 |
| | Arcilla (%) | 31.6 |
| Textura | | Franco arcilloso |
| pH | | 5.47 |
| CaCO ₃ | | 0 |
| M.O. (%) | | 2.62 |
| P (ppm) | | 3.8 |
| K ₂ O (Kg.ha ⁻¹) | | 74.13 |
| Bases cambiables (meq/100gr. De suelo) | CIC | 3.31 |
| | Ca ⁺⁺ | 2.33 |
| | Mg ⁺⁺ | 0.46 |
| | K ⁺ | 0.11 |
| | AL ⁻ | 1 |

Fuente: UNSM-T (2012).

b. Características climáticas

Ecológicamente, el lugar donde se desarrolló el presente trabajo de investigación presenta una zona de vida caracterizada por el bosque seco tropical (bs-T) (Holdridge, 1985). Los datos meteorológicos fueron reportados por SENAMHI (2012) y según el cuadro 7, nos indica una

temperatura media de 22.52 °C, de una precipitación total mensual de 660.9 mm y de una humedad relativa (%) de 87.5 %. Los datos meteorológicos corresponden de Febrero a Mayo de 2012

Cuadro 7: Datos meteorológicos, según SENAMHI (2012)

| Meses | Temperatura media (°C) | Precipitación total mensual (mm) | Humedad Relativa (%) |
|----------|------------------------|----------------------------------|----------------------|
| Febrero | 22.6 | 123.5 | 86 |
| Marzo | 22.4 | 235.0 | 88 |
| Abril | 22.3 | 191.8 | 89 |
| Mayo | 22.8 | 110.6 | 87 |
| Total | 90.1 | 660.9 | 350 |
| Promedio | 22.52 | 165.22 | 87.5 |

Fuente: SENAMHI, (2012).

4.2. Metodología

4.2.1. Diseño y características del experimento:

Para la ejecución del presente experimento se utilizó el diseño estadístico de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con tres bloques y cinco tratamientos, haciendo un total de 15 unidades experimentales. En el cuadro 7, se muestran los tratamientos estudiados.

Cuadro 8: Tratamientos estudiados

| Tratamientos | Clave | Descripción |
|---------------------|--------------|---|
| 1 | T1 | Aplicación de 100 kg.ha ⁻¹ de ácido húmico (granulado). |
| 2 | T2 | Aplicación de 200 kg.ha ⁻¹ de ácido húmicos (granulado). |
| 3 | T3 | Aplicación de 30. l.ha ⁻¹ de ácido húmicos, fúlvicos con macro y micro elementos (dos aplicaciones). |
| 4 | T4 | Aplicación de 50 l.ha ⁻¹ de ácido húmicos y fúlvicos con macro y micro elementos (dos aplicaciones). |
| 5 | T0 | Testigo (sin aplicación). |

4.2.2 Conducción del experimento

a. Limpieza del terreno

Se realizó manualmente con el uso de machete y lampa con la finalidad de eliminar las malezas que se encuentran en el área experimental.



Foto 1: Limpieza del terreno

b. Preparación del terreno y mullido

Esta actividad se realizó removiendo el suelo con el uso de un motocultor. Seguidamente se continuó a nivelar las parcelas con la ayuda de un rastrillo.

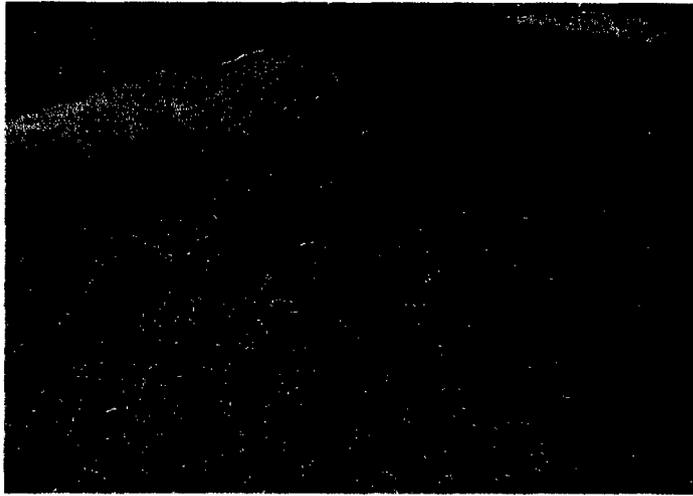


Foto 2: Preparación del terreno y mullido

d. Parcelado

Después de la remoción del suelo, se procedió a parcelar el campo experimental dividiendo en cuatro bloques, cada uno con sus respectivos tratamientos, utilizando para ello estacas de madera rolliza, cinta métrica o wincha y rafia, en esta etapa se realizó la aplicación de $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de ácido húmico (granulado), en los T1 de cada bloque y $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de ácido húmico (granulado) en los T2 también de cada Bloque del diseño experimental mezclando dicho fertilizante orgánico con el suelo de manera uniforme.

f. Siembra

La siembra se realizó el 28 de enero del 2012, con previo almacigado en tubetas, los cuales fueron transplantados en campo definitivo usando un plantín por golpe del híbrido Brócoli, después de esta labor también se realizó la Aplicación de 30. l.ha⁻¹ de ácido húmicos, fúlvicos con macro y micro elementos (liquido) en los T3 de cada bloque y 50. l.ha⁻¹ de ácido húmicos, fúlvicos con macro y micro elementos (liquido) en los T4 también de cada bloque del diseño experimental. Es preciso indicar que se realizaron dos aplicaciones la primera en esta etapa el 50% y la segunda aplicación 50% el cual fue a un mes de trasnplantado en campo definitivo, para ambas dosis en los tratamientos líneas arriba señalados.



Foto 3: Siembra del brócoli

4.2.3 Labores culturales

a. Control de maleza

Se realizó de manera frecuente y manualmente utilizando machete y pala cuando el cultivo lo necesitó.

b. Riego

Se efectuó de manera continua y de acuerdo a la incidencia de las lluvias que se registraron en la etapa de ejecución del experimento (SENAMHI, 2012).



Foto 4: Sistema de riego

c. Cosecha

Se realizó con fecha 17 de abril del 2012, cuando las inflorescencias alcanzaron su madurez de mercado, en forma manual, considerando que esta variedad es de ciclo medio por la cual se cosecho en 81 días.

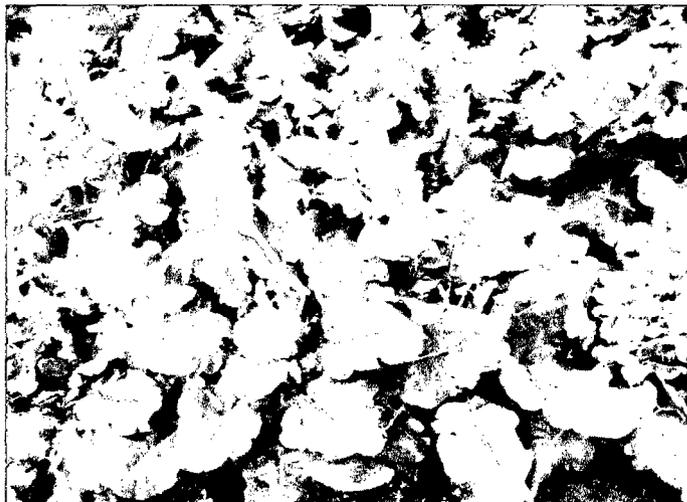


Foto 5: inflorescencias maduras de brócoli

4.2.4 Variables evaluadas

a. Porcentaje de emergencia

Se evaluó el número total de plantas prendidas en las bandejas con tubetas, obteniéndose un 83.8%.

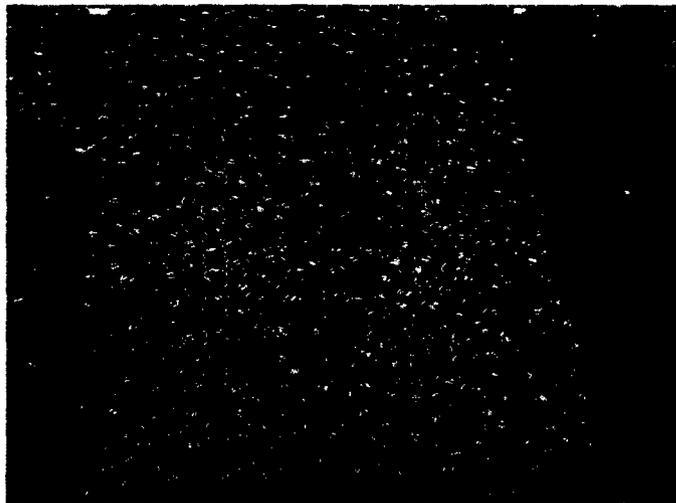


Foto 6: Porcentaje de emergencia

b. Porcentaje de prendimiento

Se evaluó el porcentaje de plantas que luego de ser trasplantadas a campo definitivo que lograron prender y establecerse con plantas logradas en un universo muestral de (27 plantas x UE). Se obtuvo un 97 % de prendimiento

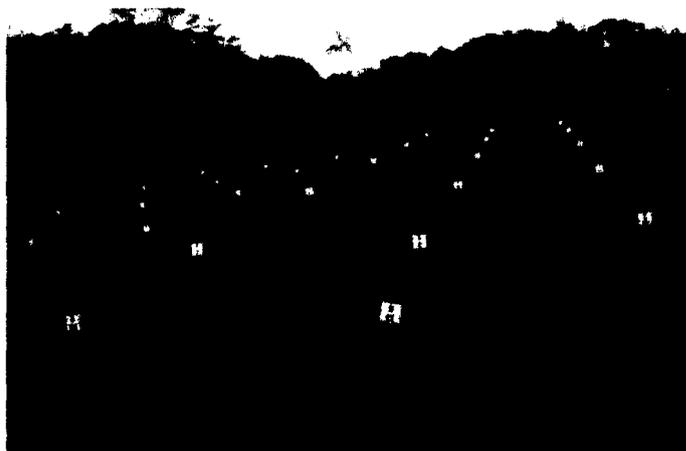


Foto 7: % de prendimiento

c. Altura de planta

Se evaluó desde base del cuello hasta la parte más alta de la planta en cada uno de los tratamientos con una regla graduada en centímetros en al momento de la cosecha, tomando al azar 10 plantas por tratamiento.



Foto 8: altura de planta

d. Diámetro de la base del tallo

Se efectuó tomando 10 plantas seleccionadas al azar por tratamiento, la medición se realizó empleando un vernier, en la base del tallo.

e. Peso por inflorescencia

Se pesaron las 10 plantas seleccionadas al azar por tratamiento, para lo cual se usó una balanza electrónica.



Foto 9: peso de la inflorescencia

f. Rendimiento en la producción en Kg.ha⁻¹

Se contabilizó el peso en kg de cada pela obtenida en cada uno de los tratamientos que conformó la parcela (10 plantas tomadas al azar por cada tratamiento), para lo cual se utilizó una balanza de precisión y se lo relacionó a la producción en kg.ha⁻¹.

V. RESULTADOS

5.1 Porcentaje de prendimiento

Cuadro 9: Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | GL | Media cuadrática | F | P-valor |
|---------------------------|-------------------|----|------------------|-------|------------|
| Bloques | 7.331 | 2 | 3.665 | 1.001 | 0.409 N.S. |
| Tratamientos | 31.144 | 4 | 7.786 | 2.126 | 0.169 N.S. |
| Error experimental | 29.299 | 8 | 3.662 | | |
| Total | 67.774 | 14 | | | |

$R^2 = 56.8\%$

C.V. = 1.93%

$S\sqrt{ } = 1.91$

Promedio = 99.01

N.S. No significativo

Cuadro 10: Prueba de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al porcentaje de prendimiento

| Tratamientos | Descripción | Duncan ($\alpha = 0.05$) |
|--------------|-------------------------|----------------------------|
| | | a |
| 0 | Testigo | 96.29 |
| 4 | 50 l.ha ⁻¹ | 98.76 |
| 1 | 100 kg.ha ⁻¹ | 100.00 |
| 2 | 200 kg.ha ⁻¹ | 100.00 |
| 3 | 30 l.ha ⁻¹ | 100.00 |

5.2 Altura de planta (cm)

Cuadro 11: Análisis de varianza para la altura de Planta en cm

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | GL | Media cuadrática | F | P-valor |
|---------------------------|-------------------|----|------------------|-------|------------|
| Bloques | 0.457 | 2 | 0.229 | 1.019 | 0.404 N.S. |
| Tratamientos | 3.244 | 4 | 0.811 | 3.612 | 0.058 N.S. |
| Error experimental | 1.796 | 8 | 0.225 | | |
| Total | 5.497 | 14 | | | |

$R^2 = 67.3\%$

C.V. = 2.01%

$S \sqrt{=} = 0.47$

Promedio = 23.55

N.S. No significativo

Cuadro 12: Prueba de Duncan para los promedios de tratamientos respecto a la altura de Planta en cm

| Tratamientos | Descripción | Duncan ($\alpha = 0.05$) | |
|--------------|-------------------------|----------------------------|-------|
| | | a | b |
| 0 | Testigo | 22.63 | |
| 2 | 200 kg.ha ⁻¹ | | 23.67 |
| 4 | 50 l.ha ⁻¹ | | 23.73 |
| 1 | 100 kg.ha ⁻¹ | | 23.77 |
| 3 | 30 l.ha ⁻¹ | | 23.93 |

5.3 Diámetro de la base del tallo

Cuadro 13: Análisis de varianza para el diámetro de la base del tallo

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | GL | Media cuadrática | F | P-valor |
|------------------------|-------------------|----|------------------|--------|------------|
| Bloques | 0.016 | 2 | 0.008 | 3.417 | 0.085 N.S. |
| Tratamientos | 0.239 | 4 | 0.060 | 24.809 | 0.000 ** |
| Error experimental | 0.019 | 8 | 0.002 | | |
| Total | 0.275 | 14 | | | |

$R^2 = 93.0\%$

C.V. = 0.95%

$S \sqrt{ } = 0.044$

Promedio = 4.68

N.S. No significativo

**Significativo al 99%

Cuadro 14: Prueba de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al diámetro de la base del tallo

| Tratamientos | Descripción | Duncan ($\alpha = 0.05$) | | |
|--------------|-------------------------|----------------------------|------|------|
| | | A | b | c |
| 0 | Testigo | 4.44 | | |
| 1 | 100 kg.ha ⁻¹ | | 4.67 | |
| 3 | 30 l.ha ⁻¹ | | 4.71 | |
| 2 | 200 kg.ha ⁻¹ | | 4.77 | 4.77 |
| 4 | 50 l.ha ⁻¹ | | | 4.81 |

5.4 Peso de la inflorescencia

Cuadro 15: Análisis de varianza para el peso de la inflorescencia (g)

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | GL | Media cuadrática | F | P-valor |
|---------------------------|-------------------|----|------------------|--------|------------|
| Bloques | 297.585 | 2 | 148.793 | 1.630 | 0.255 N.S. |
| Tratamientos | 14719.956 | 4 | 3679.989 | 40.309 | 0.000 ** |
| Error experimental | 730.348 | 8 | 91.294 | | |
| Total | 15747.889 | 14 | | | |

$R^2 = 95.4\%$

C.V. = 1.67%

$S\sqrt{=} = 9.55\%$

Promedio = 571.41

N.S. No significativo

**Significativo al 99%

Cuadro 16: Prueba de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al Peso de la inflorescencia (g)

| Tratamientos | Descripción | Duncan ($\alpha = 0.05$) | | | |
|--------------|-------------------------|----------------------------|--------|--------|--------|
| | | a | b | c | d |
| 0 | Testigo | 516.27 | | | |
| 1 | 100 kg.ha ⁻¹ | | 564.77 | | |
| 3 | 30 l.ha ⁻¹ | | 578.67 | 578.67 | |
| 2 | 200 kg.ha ⁻¹ | | | 586.77 | |
| 4 | 50 l.ha ⁻¹ | | | | 610.57 |

5.5 Rendimiento en kg.ha⁻¹

Cuadro 17: Análisis de varianza para el rendimiento en kg.ha⁻¹

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | GL | Media cuadrática | F | P-valor |
|---------------------------|-------------------|----|------------------|--------|------------|
| Bloques | 333642.306 | 2 | 166821.153 | 1.415 | 0.298 N.S. |
| Tratamientos | 1.251E7 | 4 | 3127034.612 | 26.528 | 0.000 ** |
| Error experimental | 943017.147 | 8 | 117877.143 | | |
| Total | 1.378E7 | 14 | | | |

$R^2 = 93.2\%$

C.V. = 2.43%

$S\sqrt{ } = 343.3$

Promedio = 14151.83

N.S. No significativo

**Significativo al 99%

Cuadro 18: Prueba de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al rendimiento en kg.ha⁻¹

| Tratamientos | Descripción | Duncan ($\alpha = 0.05$) | | |
|--------------|-------------------------|----------------------------|----------|----------|
| | | A | b | c |
| 0 | Testigo | 12432.61 | | |
| 1 | 100 kg.ha ⁻¹ | | 14119.17 | |
| 3 | 30 l.ha ⁻¹ | | 14466.67 | 14466.67 |
| 2 | 200 kg.ha ⁻¹ | | 14669.17 | 14669.17 |
| 4 | 50 l.ha ⁻¹ | | | 15071.53 |

5.6 Análisis económico

Cuadro 19: Análisis económico de los tratamientos estudiados

| Tratamientos | Rdto (kg.ha ⁻¹) | Costo de producc. (S/.) | Precio de venta x kg (S/.) | Beneficio bruto (S/.) | Beneficio neto (S/.) | C/B | Rentabilidad (%) |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------|------|------------------|
| T0 (Testigo) | 14432.61 | 18319.46 | 4.0 | 57730.44 | 39410.98 | 0.46 | 46 |
| T1 (100 kg.ha ⁻¹) | 14119.70 | 18704.46 | 4.0 | 56478.80 | 37774.34 | 0.49 | 49 |
| T2 (200 kg.ha ⁻¹) | 14669.17 | 19147.46 | 4.0 | 58676.68 | 39529.22 | 0.48 | 48 |
| T3 (30 l.ha ⁻¹) | 14466.67 | 19639.46 | 4.0 | 57866.68 | 38227.22 | 0.51 | 51 |
| T4 (50 l.ha ⁻¹) | 15071.53 | 20519.46 | 4.0 | 60286.12 | 39766.66 | 0.51 | 51 |

VI. DISCUSIONES

6.1 Del porcentaje de prendimiento

El cuadro 9, presenta el análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento y la cual no ha revelado diferencia significativa en la fuente de variabilidad tratamientos ni bloques. El Coeficiente de Determinación (R^2) con un valor de 56.8% explica muy poco el efecto de los tratamientos estudiados sobre el porcentaje de prendimiento de las plántulas de brócoli, es decir, la aplicación de dosis de ácidos húmicos granulados de Leonardita y ácidos húmicos y fúlvicos con macro y micro elementos (líquido) no influyeron en el porcentaje de prendimiento de las plántulas de brócoli, por otro lado, el valor obtenido para el coeficiente de variabilidad (CV) de 1.93%, no implica mayores cuidados de interpretación, debido a que la dispersión de la información obtenida es muy pequeña y el cual se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de significación de Duncan (cuadro 10), con los promedios ordenados de menor a mayor, no detectó diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos, corroborando así el resultado del análisis de varianza (cuadro 7). Se observa que el tratamiento T0 (testigo) obtuvo el menor promedio de prendimiento con 96.29%, seguido de los tratamientos T4 (50 l.ha⁻¹), T1 (100 kg.ha⁻¹), T2 (200 kg.ha⁻¹) y T3 (30 l.ha⁻¹), quienes alcanzaron promedios de 98.76%, 100.0%, 100.0% y 100.00% de prendimiento de plántulas de brócoli, respectivamente.

6.2 De la altura de planta (cm)

El cuadro 11, presenta el análisis de varianza para la altura de planta en centímetros y la cual no ha detectado diferencia significativa para las fuentes de variabilidad tratamientos y bloques. El Coeficiente de Determinación (R^2) con un valor de 67.3% explica poco el efecto de los tratamientos estudiados sobre la altura de planta alcanzada por el cultivo de brócoli, es decir que la aplicación de dosis de ácidos húmicos granulados de Leonardita y ácidos húmicos y fúlvicos con macro y micro elementos no influyeron en la altura de planta del cultivo, por otro lado, el valor obtenido para el coeficiente de variabilidad (CV) de 2.01%, no implica mayores cuidados de interpretación, debido a que la dispersión de la información obtenida es mínima corroborado por el valor de la desviación estándar de 0.47 y el cual se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de significación de Duncan (cuadro 12), con los promedios ordenados de menor a mayor, al ser un estadígrafo más exacto que el análisis de varianza si detectó diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos, desmintiendo lo encontrado por el análisis de varianza (cuadro 8). Se observa que el tratamiento T3 (30 l.ha^{-1}), T1 (100 kg.ha^{-1}), T4 (50 l.ha^{-1}) y T2 (200 kg.ha^{-1}) obtuvieron promedios estadísticamente iguales entre sí con 23.93 cm, 23.77 cm, 23.73 cm y 23.67 cm respectivamente y superando estadísticamente al promedio alcanzado por el T0 (Testigo) quien arrojó un promedio de 22.63 cm de altura de planta.

Por otro lado es necesario acotar que los tratamientos que estuvieron sujetos a menores dosis de Leonardita granulada y Leonardita líquida alcanzaron mayores promedios numéricos de altura de planta, como es el caso de los tratamientos T1 (100 kg.ha⁻¹) y T3 (30 l.ha⁻¹) con 23.67 cm y 23.93 cm respectivamente.

La variabilidad de resultados obtenidos, pero sin mostrar diferencia estadística, estuvo relacionado por que las sustancia húmicas proporcionaron un medio más idóneo para el crecimiento de las plantas (Stevenson, 1994; Canarutto *et al.*, 1996; Piccolo y Móagwu, 1997), es decir, los ácidos húmicos se acumularon en una mayor proporción en las raíces, proporcionando nutrientes, mayor retención del agua y buena aireación, acumulándose en una pequeña proporción en la parte aérea (Vaughan y Linehan, 1976). Por otro lado los ácidos fúlvicos fueron absorbidos más activamente por las plantas (Vaughan y Malcolm, 1985) y su transporte a la parte aérea fue mayor (Für y Sauerbeck, 1967). Todas estas propiedades de ambas sustancias húmicas fue estimular el crecimiento de la planta (<http://www.biofix.com/farmgrdn/spanish/humicsp.pdf>; Gallardo, 1980; Stevenson 1994).

6.3 Del Diámetro de la base del tallo

El cuadro 13, presenta el análisis de varianza para el diámetro de la base del tallo y el cual detectó diferencias altamente significativas al 99% para la fuente de variabilidad tratamientos, pero no para Bloques. El Coeficiente de Determinación (R²) con un valor de 93.0% explica altamente el efecto de los

tratamientos estudiados sobre el diámetro de la base del tallo alcanzada por el cultivo de brócoli, es decir que la aplicación de dosis de ácidos húmicos granulados de Leonardita y ácidos húmicos y fúlvicos con macro y micro elementos influyó fuertemente sobre el diámetro de la base del tallo del cultivo, por otro lado, el valor obtenido para el coeficiente de variabilidad (CV) de 0.95%, no implica mayores cuidados de interpretación, debido a que la dispersión de la información obtenida es muy pequeña corroborado por el valor de la desviación estándar de 0.044 y el cual se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de significación de Duncan (cuadro 14), con los promedios ordenados de menor a mayor, también detectó diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos, corroborando así el resultado del análisis de varianza (cuadro 13). Se observa que el tratamientos T4 (50 l.ha⁻¹) con un promedio de 4.81 cm de diámetro de la base del tallo, resultó ser estadísticamente igual al T2 (200 kg /ha⁻¹) quien alcanzo un promedio de 4.77 cm y estadísticamente superior a los tratamientos T3 (30 l.ha⁻¹), T1 (100 kg.ha⁻¹) y T0 (testigo) quienes alcanzaron promedios de 4.71 cm, 4.67 cm y 4.44 cm respectivamente.

Es importante señalar que la aplicación de dosis crecientes de ácido húmico granulado y liquido de Leonardita, describieron una tendencia de incremento del diámetro de la base del tallo en función al incremento de las dosis aplicadas, tanto así que la mayor dosis de Leonardita granulada (200 kg.ha⁻¹)

obtuvo el mayor promedio con 4.77 cm e igualmente el tratamiento con la mayor dosis de Leonardita líquida ($50 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$) alcanzó un promedio de 4.81 cm de diámetro de la base del tallo.

6.4 Del peso de la inflorescencia

El cuadro 15, presenta el análisis de varianza para el peso de la inflorescencia expresado en gramos y la cual no ha detectado diferencia significativa entre Bloques, pero si detectó diferencias altamente significativas al 99% para tratamientos. El Coeficiente de Determinación (R^2) con un valor de 95.4% explica altamente el efecto de los tratamientos estudiados sobre el peso de la inflorescencia alcanzada, es decir que la aplicación de dosis de ácidos húmicos granulados de Leonardita y ácidos húmicos y fúlvicos con macro y micro elemento influyó fuertemente sobre el peso de la inflorescencia promedio obtenida por los tratamientos, por otro lado, el valor obtenido para el coeficiente de variabilidad (CV) de 1.67%, no implica mayores cuidados de interpretación, debido a que la dispersión de la información obtenida es pequeña corroborado por el valor de la desviación estándar de 9.55 y el cual se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de significación de Duncan (cuadro 16), con los promedios ordenados de menor a mayor, también detectó diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos, corroborando así el resultado del análisis de varianza (cuadro 12). Se observa que el tratamiento T4 ($50 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$) obtuvo el mayor promedio de 610.57 gramos de peso de inflorescencia, resultó ser

estadísticamente superior a los demás tratamientos, seguido del T2 (200 kg .ha⁻¹), T3 (30 l.ha⁻¹), T1 (100 kg.ha⁻¹) y T0 (testigo) quienes alcanzaron promedios de 586.77 gramos, 578.67 gramos, 564.77 gramos y 516.27 gramos respectivamente.

Es importante señalar que la aplicación de dosis crecientes de ácido húmico granulado y líquido de Leonardita, describieron una tendencia de incremento del diámetro de la base del tallo en función al incremento de las dosis aplicadas, tanto así que la mayor dosis de Leonardita granulada (200 kg.ha⁻¹) obtuvo el mayor promedio con 4.77 cm e igualmente el tratamiento con la mayor dosis de Leonardita líquida (50 l.ha⁻¹) alcanzó un promedio de 4.81 cm de diámetro de la base del tallo.

Al igual que para la altura de planta y para el diámetro de la base del tallo esta variable también determinó que la aplicación de dosis de ácido húmico granulado y líquido de Leonardita, describieron una tendencia de incremento del peso de la inflorescencia en función al incremento de las dosis aplicadas, tanto así que la mayor de dosis de Leonardita granulada (200 kg.ha⁻¹) obtuvo el mayor peso promedio de la inflorescencia con 586.77 gramos e igualmente el tratamiento con la mayor dosis de Leonardita líquida (50 l.ha⁻¹) alcanzó un peso promedio de la inflorescencia con 610.57 gramos.

Se prevé que el mayor peso de la inflorescencia obtenida con la aplicación del ácido fúlvicos haya sido influenciado porque fueron absorbidos más activamente por la parte aérea (Vanghan y Macolm, 1985; Fur y Dauerbeck

1967), que proporcionó a la planta mayores niveles de clorofila (Sladky, 1959; Albuzio *et al.*, 1994), incremento en los procesos metabólicos y energéticos como son: la respiración (Vaughan y Malcolm, 1985; Chukov *et al.*, 1996; Lovley *et al.*, 1996; Nardi *et al.*, 2002) y la fotosíntesis (Sladky, 1959; Albuzio *et al.*, 1994), explicándonos de esta manera porque el mayor peso fue obtenido por el tratamiento T4.

6.5 Del rendimiento en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$

El cuadro 17, presenta el análisis de varianza para el rendimiento en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y la cual no ha detectado diferencia significativa entre Bloques, pero si detectó diferencias altamente significativas al 99% para tratamientos. El Coeficiente de Determinación (R^2) con un valor de 93.2% explica altamente el efecto de los tratamientos estudiados sobre el rendimiento alcanzado, es decir que la aplicación de dosis de ácidos húmicos granulados de Leonardita y ácidos húmicos y fúlvicos con macro y micro elementos influyó fuertemente sobre el rendimiento en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ obtenida por los tratamientos, por otro lado, el valor obtenido para el coeficiente de variabilidad (CV) de 2.43%, no implica mayores cuidados de interpretación, debido a que la dispersión de la información obtenida es pequeña corroborado por el valor de la desviación estándar de 343.3 y el cual se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de significación de Duncan (cuadro 18), con los promedios ordenados de menor a mayor, también detectó diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos, corroborando así el resultado del análisis

de varianza (cuadro 14). Se observa que el tratamiento T4 (50 l.ha⁻¹) obtuvo el mayor promedio de 15071.53 kg.ha⁻¹, siendo estadísticamente igual a los tratamientos T2 (200 kg.ha⁻¹) y T3 (30 l.ha⁻¹) quienes alcanzaron promedios de 14669.17 kg.ha⁻¹ y 14466.67 kg.ha⁻¹ respectivamente. Siendo que el T4 superó estadísticamente a los tratamientos T1 (100 kg.ha⁻¹) y T0 (testigo) quienes alcanzaron promedios de 14119.17 kg.ha⁻¹ y 12432.61 kg.ha⁻¹ respectivamente.

Al igual que para la altura de planta, el diámetro de la base del tallo y el peso de la inflorescencia esta variable también determinó que la aplicación de dosis de ácido húmico granulado y líquido de Leonardita, puntualizaron una tendencia de incremento del rendimiento en función al incremento de las dosis aplicadas, tanto así que la mayor de dosis de Leonardita granulada (200 kg.ha⁻¹) obtuvo el mayor rendimiento con 14669.17 kg.ha⁻¹ e igualmente el tratamiento con la mayor dosis de Leonardita líquida (50 l.ha⁻¹) alcanzó un rendimiento promedio de 15071.53 kg.ha⁻¹.

6.6 Del análisis económico

En el cuadro 19, se presenta el análisis económico de los tratamientos (dosis de ácidos húmicos granulados de Leonardita y ácidos húmicos y fúlvicos con macro y micro elementos), donde se pone en valor el costo total de producción para cada uno de los tratamientos estudiados, este cuadro fue construido sobre la base del costo de producción, rendimiento en kg.ha⁻¹ y el precio actual por kilogramo de peso de brócoli en el mercado local calculado en S/ 4.00 Nuevos Soles. El precio de compra obedece a ley de la oferta y la

demanda, lo que describe que ofertas mayores del producto pueden hacer que el precio se reduzca.

Se puede apreciar que todos los tratamientos arrojaron valores positivos de C/B. Siendo que el T0 (testigo) obtuvo un valor de C/B de 0.46, el T1 (100 kg.ha⁻¹) arrojó un valor C/B de 0.49, el T2 (200 kg.ha⁻¹) un valor C/B de 0,48, el T3 (30 l.ha⁻¹) un valor C/B de 0.51 y el T4 (50 l.ha⁻¹) un valor C/B de 0,51. Por lo que los beneficios (ingresos) fueron mayores a la inversión realizada por unidad de área y en consecuencia todos los tratamientos han generado riqueza. El valor más alto de rentabilidad con 51% fue obtenida por el tratamiento T4 (50 l.ha⁻¹) con un beneficio neto de 39766.66 Nuevos Soles, respectivamente.

VII. CONCLUSIONES

- 7.1. El tratamiento T4 (50 l.ha⁻¹) obtuvo el mayor rendimiento con un promedio de 15071.53 kg.ha⁻¹, siendo estadísticamente igual a los tratamientos T2 (200 kg /ha⁻¹) y T3 (30 l.ha⁻¹) quienes alcanzaron promedios de 14669.17 kg.ha⁻¹ y 14466.67 kg.ha⁻¹ respectivamente.
- 7.2. El tratamiento T4 (50 l.ha⁻¹) obtuvo los mayores promedios, con 610.57 gramos de peso de inflorescencia y 4.81 cm de diámetro de a la base del tallo.
- 7.3. La evaluación de las variables la altura de planta, el diámetro de la base del tallo, peso de la inflorescencia y rendimiento en kg.ha⁻¹ determinaron que la aplicación de dosis de ácido húmico granulado y líquido de Leonardita, fijaron una tendencia de incremento del rendimiento en función al incremento de las dosis aplicadas, tanto así que la mayor de dosis de Leonardita granulada (200 kg.ha⁻¹) obtuvo el mayor rendimiento con 14669.17 kg.ha⁻¹ e igualmente el tratamiento con la mayor dosis de Leonardita líquida (50 l.ha⁻¹) alcanzó un rendimiento promedio de 15071.53 kg.ha⁻¹.
- 7.4. Todos los tratamientos arrojaron valores positivos de C/B. Siendo que el T0 (testigo) obtuvo un valor de C/B de 0,46, el T1 (100 kg.ha⁻¹) arrojó un valor C/B de 0.49, el T2 (200 kg.ha⁻¹) un valor C/B de 0.48, el T3 (30 l.ha⁻¹) un valor C/B de 0.51 y el T4 (50 l.ha⁻¹) un valor C/B de 0,51. Por lo que los beneficios (ingresos) fueron mayores a la inversión realizada por unidad de

área y en consecuencia todos los tratamientos han generado riqueza. En general es posible incrementar la rentabilidad con la aplicación de dosis de ácidos húmicos granulados de Leonardita y ácidos humicos y fulvicos con macro y micro elementos.

VIII. RECOMENDACIONES

Luego de haber concluido las discusiones de los resultados y haber obtenido las conclusiones respectivas, se recomienda:

- 8.1. La aplicación de 100 a 200 Kg.ha⁻¹ de Ácido Húmicos de Leonardita granulada en el cultivo de brócoli, híbrido Royal Favor F-1 Hyb.
- 8.1. La aplicación de 30 a 50 l.ha⁻¹ de Ácido. Húmicos de Leonardita líquida en el cultivo de brócoli, híbrido Royal Favor F-1 Hyb.
- 8.2. Validar los resultados del presente trabajo de investigación en otras condiciones agroecológicas y evaluando además su efecto residual.
- 8.3. Evaluar el efecto de la aplicación con diferentes dosis de Leonardita granulada y líquida en la biomasa aérea y radicular de plántulas de brócoli usando el híbrido Royal Favor F-1 Hyb al momento del trasplante.
- 8.4. Evaluar el efecto de la aplicación con diferentes dosis de Leonardita granulada y líquida en otros cultivos hortícolas.
- 8.5. Realizar en otros trabajos de investigación la evaluación de la planta (Biomasa, Área y raíz) al momento del transplante.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. ABCAGRO (2011). El cultivo del Brócoli. En <http://www.abcagro.com/hortalizas/brocoli2.asp>.
2. Albuzio, A., Ferrari, G. Nardi, S. (1986). Effects of humic substances on nitrate uptake and assimilation in barley seedlings. *Can. J. soil science*, 66:731-736.
3. Akinremi, O. O., Janzen, H. H., Lemke, R. L., Lamey, F.J. (2000). Response of canola wheat and green beans to Leonardite additions. *Can. J. Soil Sci.* 80:437-443.
4. Ayuso, M., Hernandez, T., García, C. (1996). Effects of humic fraction from urban wastes and other more evolved organic material on seed germination. *J. Sci. Food Agric.*, 72:461-468.
5. Bernal, M. (2004). Abuso de fertilizantes deteriora los suelos agrícolas. [www.sica.gob.ec/agronegocios/producto%20 para %20invertir/hortalizas/brócoli/corpei.pdf](http://www.sica.gob.ec/agronegocios/producto%20para%20invertir/hortalizas/brócoli/corpei.pdf).
6. Barón, R., Benitez, I. C., Gonzáles, J. L. (1995). Influencia de la dosis creciente de un abono orgánico en un cultivo de trigo. *Agrochimica XXXIX*, 5-6:280-289.
7. BOTANICAL (2011). Producción de Brocoli. En <http://www.botanical-online.com/florbrocol.htm>.
8. Bradley, P. M., Chapelle, F. H., Lovley, D. R. (1998). Humic acids as electron acceptors for anaerobic microbial oxidation of vinyl chloride and dichloroethene. *Applied Environmental Microbiology*. 64:3102-3105.
9. Brun, G., Sayg, D. R., Andre, L. (1994). The potentiometric and conductimetric characterization of the complexing power of humic substances in the global

- environment and applications on human health. Senesi, N. Miano, T. M. (Eds.) Elsevier, Amsterdam. Pp: 193-198.
10. Canarutto, S., Pera, A., La Marca, M., Vallini, G. (1996). Effects of humic acids from compost-stabilized Green waste or leonaardite on soil shrinkage and microaggregation. *Compost Science and utilization*. 4(4):40-46.
 11. Carlsen, L., Lassen, P., Warwick, P., Randall, A. (1994). Radiolabelled humic and fulvic acids: a new approach to studies on environmental fate of pollutants. In substances in the global environment and implications on human health. Senesi, N., Miano, T. M (Eds.) Humic Elsevier Science B. V Amsterdam.
 12. Csicsor, J., Gerse, J. y Titkos, A. (1994). The biostimulant effect of different humic substance fractions on seed germination. In N. Senesi, T.M. Miano (Eds.) Humic substances in the global environment and implications on human health. Elsevier Science B.V. Amsterdam.
 13. Cesco, S., Römheld, V., Varanini, Z., Pinton, R. (2000). Solubilization of iron by a water extractable humic substances fraction. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 163:285.
 14. Chen, Y., De Mobili, M., Aviad. (2004a). Stimulating effects of humic substances on plant growth. In soil organic matter in sustainable agriculture. F. R. Magdoff and R. R. Weil (Eds.) CRC. Press, New York, USA. Pp:103-129.
 15. Chen, Y., Aviad, T. (1990). Effects of humic substances on plant growth. In humic substances in soil and crop science, Selected readings. American Society of agronomy and soil Science Society of America (Eds.), Madison, Wisconsin, U.S.A. pp: 161-186.

16. Chen, Y. (2006). *Integraating Organic matter into Plant nutrient Management* IFA Agriculture. Kunming, China, 27 February-2-March. Chukov, S.N., Talishkina, V. D., Nadporozhskaya, M. A. 1996. Physiological activity of growth stimulators and of soil humic acids. *Eurasian Soil Science*, 28(49):30-39.
17. Cooper, R. J., Chunhua, L., Fisher, D. S. (1998). Influence of humic substances on rooting and nutrient content of creeping bentgrass. *Crop Sci.* 38:1639-1644.
18. DETALLE_REPORTAJES PADRE (2011). Origen del Brocoli. En <http://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,543,m,2714&r=ReP-20161>.
19. Fernández, Gimenez, Tanoni (2011). Crucíferas. En <http://www.monografias.com/trabajos61/cruciferas/cruciferas2.shtml>.
20. Für, F., Dauerbeck, D. (1967). The uptake of colloidal organic substances by planr roots as shown by experiments with C14 labelled humus compounds. In report FAO/IAEA Meeting, Viena, Pergamon press, Oxford. pp: 73-82.
21. Gallardo, J. F. (1980). El humus. *Investigación y Ciencia*. 46:8-16.
22. García, C. (1990). Estudio del compostaje de residuos orgánicos. Valoración agrícola. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Murcia.
23. Gaur, A. C. (1964). Influence of humic on growth and mineral nitrition in plants. *Bull. Assoc. Fr. Etude Sol.* 35: 207-219.
24. Guminsky, S., Selej, J., Glabiszewski, J. (1983). Influence of sodium humate on the uptake of some ions by tomato seedlings. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 52:149-164.
25. Holdridge, L. (1985). "Ecología Basada en zonas de Vida". Servicio Editorial. IICA San José – Costa Rica. 107 p.

26. Infoagro. (2011). El cultivo del Brucoli. En <http://www.infoagro.com/hortalizas/brocoli.htm>.
27. Jorge, A. (2011). El cultivo de Brócoli. *Alternativa Ecológica*.
28. Jurcsik, I. (1994). Investigations in the mechanism of electron transmission and active oxygen generating humic acids supported by redoxindicator. In *Humic substance in the global environmental and implications on human health*. Senesi, N., Milano, T. M. (Eds.) Elsevier, Amsterdam. pp: 311-316.
29. Lizarazo, L. M. (2001). Incidencias de sustancias húmicas comerciales sobre microorganismos del suelo. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante.
30. Lovley, D. R., Fraga, J. L., Blunt-Harris, E. L., Hayes, L. A., Philips, E. J. P., Coates, J. D. (1998). Humic Substances as a mediator for microbially catalised metal reduction. *Acta Hydrochim. Hydrobiol.* 26: 152-157.
31. MANUAL AGROPECUARIO (2004). *Tecnologías Orgánicas de la Granja Integral Autosuficiente. Hortalizas. Cultivo de Brecol.* pág 685. Bogotá – Colombia.
32. Malcolm, R. L. McCarthy, D. (1979). Effects of humic acid fractions on invertase activities in plant tissues. *Soil Biol. Biochem.* 11:65-72.
33. Martínez, R., A. F. (2011). Efecto de la aplicación de cinco ácidos húmicos en el cultivo de dos variedades de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Carpuela, Imbabura.
34. MINAG (1991). *Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica*. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. San José, Costa Rica.

35. Murzakow, B. G. (1988). Breakdown of humic substances by the soil microflora. *Microbiology N. Y.* 57:237-241.
36. Nardi, S., Concheri, G., Dell'agnola, G. (1996). Biological activity of humus. In *Humic in terrestrial ecosystems*. A. Piccolo (Eds.), Elsevier, Ámsterdam, pp: 361-406.
37. Nardi, S., D. Pizzeghello, A. Muscolo,, A, Vianello. (2002). Pgysiological effects of humic sibtances on higher plants. *Soil Biology & Biochemistry*, 34: 1527-1536.
38. Nardi, S., Pizzeghello, D., Gessa, C. Ferrarese, I., Trainotti, L., Casadoro, G. (2000a). A low molecular weight humic fraction on nitrate uptake and protein synthesis in maize seedlings. *Soil Biology and Biochemistry*. 32(3):415-419.
39. Pintón, R., Cesco, S., Santi, De Nobili, M., Santi, S., Varanini, Z. (1998). Water and pyrophosphate-extractable humic substances as a source of iron for Fe-deficient cucumber plants. *Biol. Fert. Soils*. 26:23-27.
40. Pinton, R., Cesco, S., Santi, S. Agnolon, F., Varanini, Z. (1999). Water-extractable humic substances enhance iron deficiency responses by Fe-deficient cucumber plants. *Plant and Soil*. 210:145-157.
41. Piccolo, A., Nardi, S., Concheri, G. (1992). Structural characteristics of humic substances as relatrd to nitrate uptake and growt regulation in plant systems. *Souil Biol. Biochem*. 24:373-380.
42. Ramos, R. R. (2000). Aplicación de sustancia húmicas comerciales como productos de acción bioestimulante. Efectos frente al estrés salino. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante-España.

43. Rauthan, B. S., Schnitzer, M. (1981). Effects of a soil fulvic acid on the grown and nutrient content of cucumber (*Cucumis sativus*) plants. *Plant and Soil*. 63:491-495.
44. Sánchez-Conde, M. P., Ortega, C. B., Peres Brull, M. I. (1972). Effectsof humic acido n sugar beet in hydroponic culture. *Anales de Edafología I Agrobiología*. 31:319-331.
45. Sánchez-Andreu, J., Juarez, M. Sánchez, A. (2000). Incidencia de sustancias húmicas y aminoácidos en la calidad del fruto del limón CV Fino. VIII Simposium Nacional. IV Ibérico sobre nutrición mineral de las plants.
46. SAKATA (2011). Manejo de Brócoli. En [http://www.sakata .com.mx /paginas/paquetes.htm](http://www.sakata.com.mx/paginas/paquetes.htm).
47. Senesi, N., Miano, T. M. (1995). The role of abiotic interactions with humic substances on the environmental impact of organic pollutants. In *Environmental impact of soil component interaccions. Natural and anthropogenic organic*. P. M. Huang, J. Berthelin, J. M. Bollag, W. B. Mcgill, A. L. Page (Eds.). Lewis Publishers.CRC Press. Inc Boca Ratón pp: 77-80.
48. Stevenson, F. J. (1994). *Humus chemistry, Genesis, composition, reaction*. Second Edition. Jhon Wiley & Sons. Inc. New York.
49. Sladky, Z. (1959). The effect of extrated humus substances on growth of tomato plants. *Biol. Plant*. 1:142-150.
50. TRAXCO.ES (2011). El cultivo del Brócoli. En <http://www.traxco.es/pages/posts/cultivo-de-brocoli179.php?p=10>
51. USAID (2008). *Producción de Diversificación Económica Rural. Manual de Producción de Brócoli*. La Lima, Cortes, Honduras.

52. Varanini, Z., Pinton, R. (2000). Direct versus indirect effects of soil humic substances on plant growth and nutrition. In the Rhizosphere. Biochemistry and organic substances at the soil-plant Interface. Pinton, R., Varanini, Z. and Nannipieri, P. (Eds.), Marcel Dekker. Pp: 141-158.
53. Varanini, Z., Pinton, R. (1995). Humic substances and plant nutrition. Progress in Botany. 56:97-116.
54. Vaughan, D. (1969). The stimulation of invertase development in aseptic storage tissue slices by humic acid. Soil Biol. Biochem. 1:15-28.
55. Vaughan, D., Cheshire, M. V., Mundie, C. M. (1974). Uptake by beetroot tissue and biological activity of ¹⁴C-labelled fractions of soil organic matter. Bioche. Soc. tran. 2:126-129.
56. Vaughan, D., Malcolm, R. E. (1985). Influence of humic substances on growth and physiological processes. In soil organic matter and biological activity. M. R. E. Vaughan D. sds. Boston, Dordrecht. Pp:37-75. The growth of wheat plants in humic acid solutions under
57. Vaughan, D., Linehan, D. J. (1976). The growth of wheat plants in humic acid solutions under axenic conditions. Plant Soil. 44:445-449.
58. Wang, D. Y., Qing, C. L., Guo, T. Y., Guo, T. J. (1997). Effects of humic acid on transformation of mercury in soil-plant system. Water, Air and Soil Pollution. 95:35-43.
59. WIKIPEDIA (2011). Clasificación Taxonómica del Brócoli. En http://es.wikipedia.org/wiki/Brassica_oleracea_var._botrytic.

LINKOGRAFÍA

1. <http://www.biofix.com/farmgrdn/spanish/humicsp.pdf>.
2. http://www.corpmisti.com.pe/novedades/ARTICULO_ESPARRAGO.pdf.
3. <http://www.cpisac.com/wp-content/uploads/2012/06/FICHA-TECNICA-CROPFIELD-EKOFIELD-CULTIVOS-TROPICALES-ENMIENDA.pdf>.
4. <http://www.cpisac.com/wp-content/uploads/2012/06/FICHA-TECNICA-CROPFIELD-EKOFIELD-CULTIVOS-TROPICALES-ENMIENDA.pdf>.

RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la dosis más eficiente de ácido húmico granulado de Leonardita y ácidos húmicos y fúlvicos con macro y micro elementos, en la producción del cultivo de brócoli híbrido, Royal Favor F-1 Hyb, en el fundo "EL PACÍFICO" de propiedad del Ing. Jorge Luís Peláez Rivera, ubicado en el Distrito de Lamas, Provincia de Lamas, Departamento San Martín; Latitud Sur 06° 20' 15", Longitud Oeste 76° 30' 45", Altitud 835 m.s.n.m, zona de vida bs – T; bajo el diseño de bloques completamente al azar con 5 tratamientos y 3 repeticiones; las variables evaluadas son % de Emergencia, % de prendimiento, altura de planta, diámetro de la base del tallo, peso de la inflorescencia y rendimiento en la producción en T.ha⁻¹.

El tratamiento T4 (50 l.ha⁻¹) obtuvo el mayor rendimiento con un promedio de 15071.53 kg.ha⁻¹, siendo estadísticamente igual a los tratamientos T2 (200 kg /ha⁻¹) y T3 (30 l.ha⁻¹) quienes alcanzaron promedios de 14669.17 kg.ha⁻¹ y 14466.67 kg.ha⁻¹ respectivamente, Todos los tratamientos obtuvieron valores positivos por lo que los beneficios (ingresos) fueron mayores a la inversión realizada por unidad de área y en consecuencia todos los tratamientos han generado ganancia. En general es posible incrementar la rentabilidad con la aplicación de dosis de ácidos húmicos granulados de Leonardita y ácidos húmicos y fulvicos con macro y micro elementos.

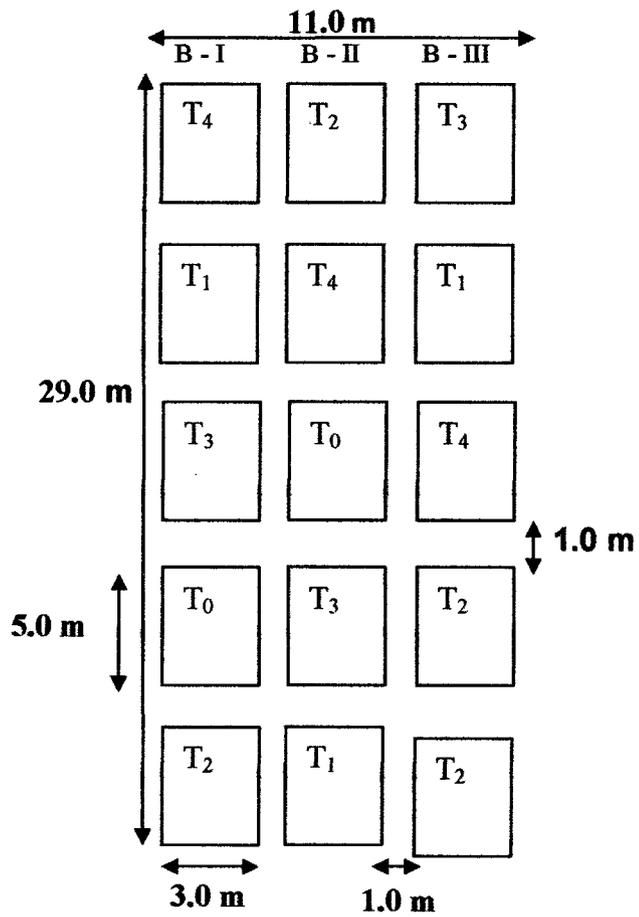
SUMMARY

The work of investigation had as aim determine the most efficient dose of acid húmico granulated of Leonardita and acids húmicos and fúlvicos with macro and mike elements, in the production of the culture of hybrid broccoli, Royal Favor F-1 Hyb, in the property in the country " THE PACIFIC ONE " of property of the Ing. Jorge Luís Peláez Rivera, located in the District of Muds, Province of Muds, Department St Martin; Latitude South $06^{\circ} 20' 15''$, Length West $76^{\circ} 30' 45''$, Altitude 835 m.s.n.m, zone of life bs - T; under the design of blocks completely at random with 5 treatments and 3 repetitions; the evaluated variables are % of Emergency, % of capture, height of plant, diameter of the base of the stem, weight of the inflorescence and performance in the production in T.ha-1.

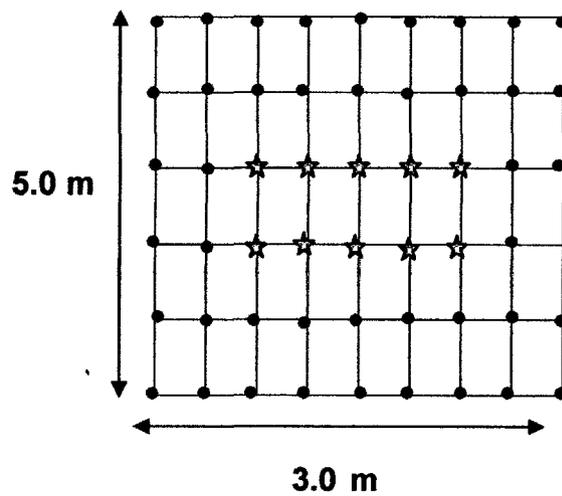
The treatment T4 (50 l.ha-1) obtained the major performance with an average of 15071.53 kg ha-1, being statistically equal to the treatments T2 (200 kg/ha-1) and T3 (30 l.ha-1) those who reached averages of 14669.17 kg ha-1 and 14466.67 kg ha-1 respectively, All the treatments obtained positive values for what the benefits (income) were bigger than the investment realized by unit of area and in consequence all the treatments have generated profit. In general it is possible to increase the profitability with the application of dose of acids húmicos granulated of Leonardita and acids humicos and fulvicos with macro and mike elements.

ANEXOS

Anexo 1: Croquis de Campo Experimento



Anexo 2: Detalle de la unidad experimental



Anexo 3: Características del campo experimental

Bloques

| | |
|----------------------------|----------------------|
| Nº de bloques | : 03 |
| Ancho | : 11 m |
| Largo | : 29.00 m |
| Área total del experimento | : 319 m ² |

Parcela

| | |
|-----------------|-----------------------|
| Ancho | : 3.00 m |
| Largo | : 5.0 m |
| Área | : 15.0 m ² |
| Distanciamiento | : 0.80 m x 0.50 m |

Anexo 4: Costos de producción

| T0: Costo de producción para 1 Ha de Brócoli en Lamas | | | | |
|--|----------------|--------------------|-----------------|------------------|
| | Unidad | Costo (S/.) | Cantidad | Costo S/. |
| a. Mano de obra | | | | 8790.00 |
| Limpieza de campo | Jornal | 30.00 | 30.00 | 900.00 |
| Removido del suelo | Jornal | 30.00 | 35.00 | 1050.00 |
| Mullido de suelo y nivelado | Jornal | 30.00 | 30.00 | 900.00 |
| Cama de almácigo y siembra | jornal | 30.00 | 5.00 | 150.00 |
| Riego | jornal | 30.00 | 2.00 | 60.00 |
| Incorporación de materia orgánica | Jornal | 30.00 | 1.00 | 30.00 |
| Trasplante campo definitivo | Jornal | 30.00 | 25.00 | 750.00 |
| Deshierbo | Jornal | 30.00 | 30.00 | 900.00 |
| Riego | Jornal | 30.00 | 15.00 | 450.00 |
| Aporque | Jornal | 30.00 | 20.00 | 600.00 |
| Aplicación de fertilizantes orgánico | Jornal | 30.00 | 10.00 | 300.00 |
| Cosecha, (Primer corte) | Jornal | 30.00 | 15.00 | 450.00 |
| Cosecha (Segundo corte) | Jornal | 30.00 | 20.00 | 600.00 |
| Selección y embazado | Jornal | 30.00 | 25.00 | 750.00 |
| Estibadores | Jornal | 30.00 | 30.00 | 900.00 |
| b. Maquinaria agrícola | | | | 480.00 |
| Aradura y surcado | hr./maq. | 40 | 12h x40 | 480.00 |
| c. Insumos | | | | 2070.00 |
| Semilla | Kg. | 140.00 | 0.50 | 70.00 |
| Gallinaza | Saco | 1000 | 2.00 | 2000.00 |
| d. Materiales | | | | 1070.00 |
| Leonardita granulada | Kg. | 3.60 | 0.00 | 0.00 |
| Leonardita líquida | Litro | 40.00 | 0.00 | 0.00 |
| Palana de corte | Unidad | 20.00 | 4.00 | 80.00 |
| Machete | Unidad | 10.00 | 4.00 | 40.00 |
| Rastrillo | Unidad | 15.00 | 3.00 | 45.00 |
| Balanza tipo Reloj | Unidad | 120.00 | 1.00 | 120.00 |
| Cordel | M ³ | 0.30 | 200.00 | 60.00 |
| Sacos | Unidad | 1.00 | 500.00 | 500.00 |
| Lampa | Unidad | 20.00 | 2.00 | 40.00 |
| Bomba Mochila | Unidad | 150.00 | 1.00 | 150.00 |
| Análisis de suelo | Unidad | 35.00 | 1.00 | 35.00 |
| e. Transporte | t | 20.00 | 12.43 | 248.60 |
| TOTAL DE COSTOS DIRECTOS | | | | 12658.60 |
| Gastos Administrativos (10%) | | | | 1265.86 |
| Beneficios sociales (50%) | | | | 4395.00 |
| TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS | | | | 5660.86 |
| TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN | | | | 18319.46 |

| T1: Costo de producción para 1 Ha de Brócoli en Lamas | | | | |
|--|----------------|--------------------|-----------------|------------------|
| | Unidad | Costo (S/.) | Cantidad | Costo S/. |
| a. Mano de obra | | | | 8790.00 |
| Limpieza de campo | Jornal | 30.00 | 30.00 | 900.00 |
| Removido del suelo | Jornal | 30.00 | 35.00 | 1050.00 |
| Mullido de suelo y nivelado | Jornal | 30.00 | 30.00 | 900.00 |
| Cama de almácigo y siembra | jornal | 30.00 | 5.00 | 150.00 |
| Riego | jornal | 30.00 | 2.00 | 60.00 |
| Incorporación de materia orgánica | Jornal | 30.00 | 1.00 | 30.00 |
| Trasplante campo definitivo | Jornal | 30.00 | 25.00 | 750.00 |
| Deshierbo | Jornal | 30.00 | 30.00 | 900.00 |
| Riego | Jornal | 30.00 | 15.00 | 450.00 |
| Aporque | Jornal | 30.00 | 20.00 | 600.00 |
| Aplicación de fertilizantes orgánico | Jornal | 30.00 | 10.00 | 300.00 |
| Cosecha, (Primer corte) | Jornal | 30.00 | 15.00 | 450.00 |
| Cosecha (Segundo corte) | Jornal | 30.00 | 20.00 | 600.00 |
| Selección y embazado | Jornal | 30.00 | 25.00 | 750.00 |
| Estibadores | Jornal | 30.00 | 30.00 | 900.00 |
| b. Maquinaria agrícola | | | | 480.00 |
| Aradura y surcado | hr./maq. | 40 | 12h x40 | 480.00 |
| c. Insumos | | | | 2070.00 |
| Semilla | Kg. | 140.00 | 0.50 | 70.00 |
| Gallinaza | Saco | 1000 | 2.00 | 2000.00 |
| d. Materiales | | | | 1420.00 |
| Leonardita granulada | Kg. | 3.60 | 100.00 | 360.00 |
| Leonardita líquida | Litro | 40.00 | 0.00 | 0.00 |
| Palana de corte | Unidad | 20.00 | 4.00 | 80.00 |
| Machete | Unidad | 10.00 | 4.00 | 40.00 |
| Rastrillo | Unidad | 15.00 | 3.00 | 45.00 |
| Balanza tipo Reloj | Unidad | 120.00 | 1.00 | 120.00 |
| Cordel | M ³ | 0.30 | 200.00 | 60.00 |
| Sacos | Unidad | 1.00 | 500.00 | 500.00 |
| Lampa | Unidad | 20.00 | 2.00 | 40.00 |
| Bomba Mochila | Unidad | 150.00 | 1.00 | 150.00 |
| Análisis de suelo | Unidad | 35.00 | 1.00 | 35.00 |
| e. Transporte | t | 20.00 | 12.43 | 248.60 |
| TOTAL DE COSTOS DIRECTOS | | | | 13008.60 |
| Gastos Administrativos (10%) | | | | 1300.86 |
| Beneficios sociales (50%) | | | | 4395.00 |
| TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS | | | | 5695.86 |
| TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN | | | | 18704.46 |

T2: Costo de producción para 1 Ha de Brócoli en Lamas

| | Unidad | Costo (S/.) | Cantidad | Costo S/. |
|--------------------------------------|----------------|--------------------|-----------------|------------------|
| a. Mano de obra | | | | 8790.00 |
| Limpieza de campo | Jornal | 30.00 | 30.00 | 900.00 |
| Removido del suelo | Jornal | 30.00 | 35.00 | 1050.00 |
| Mullido de suelo y nivelado | Jornal | 30.00 | 30.00 | 900.00 |
| Cama de almácigo y siembra | jornal | 30.00 | 5.00 | 150.00 |
| Riego | jornal | 30.00 | 2.00 | 60.00 |
| Incorporación de materia orgánica | Jornal | 30.00 | 1.00 | 30.00 |
| Trasplante campo definitivo | Jornal | 30.00 | 25.00 | 750.00 |
| Deshierbo | Jornal | 30.00 | 30.00 | 900.00 |
| Riego | Jornal | 30.00 | 15.00 | 450.00 |
| Aporque | Jornal | 30.00 | 20.00 | 600.00 |
| Aplicación de fertilizantes orgánico | Jornal | 30.00 | 10.00 | 300.00 |
| Cosecha, (Primer corte) | Jornal | 30.00 | 15.00 | 450.00 |
| Cosecha (Segundo corte) | Jornal | 30.00 | 20.00 | 600.00 |
| Selección y embazado | Jornal | 30.00 | 25.00 | 750.00 |
| Estibadores | Jornal | 30.00 | 30.00 | 900.00 |
| b. Maquinaria agrícola | | | | 480.00 |
| Aradura y surcado | hr./maq. | 40 | 12h x40 | 480.00 |
| c. Insumos | | | | 2070.00 |
| Semilla | Kg. | 140.00 | 0.50 | 70.00 |
| Gallinaza | Saco | 1000 | 2.00 | 2000.00 |
| d. Materiales | | | | 1790.00 |
| Leonardita granulada | Kg. | 3.60 | 200.00 | 720.00 |
| Leonardita líquida | Litro | 40.00 | 0.00 | 0.00 |
| Palana de corte | Unidad | 20.00 | 4.00 | 80.00 |
| Machete | Unidad | 10.00 | 4.00 | 40.00 |
| Rastrillo | Unidad | 15.00 | 3.00 | 45.00 |
| Balanza tipo Reloj | Unidad | 120.00 | 1.00 | 120.00 |
| Cordel | M ³ | 0.30 | 200.00 | 60.00 |
| Sacos | Unidad | 1.00 | 500.00 | 500.00 |
| Lampa | Unidad | 20.00 | 2.00 | 40.00 |
| Bomba Mochila | Unidad | 150.00 | 1.00 | 150.00 |
| Análisis de suelo | Unidad | 35.00 | 1.00 | 35.00 |
| e. Transporte | t | 20.00 | 12.43 | 248.60 |
| TOTAL DE COSTOS DIRECTOS | | | | 13378.60 |
| Gastos Administrativos (10%) | | | | 1373.86 |
| Beneficios sociales (50%) | | | | 4395.00 |
| TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS | | | | 5768.86 |
| TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN | | | | 19147.46 |

T3: Costo de producción para 1 Ha de Brócoli en Lamas

| | Unidad | Costo (S/.) | Cantidad | Costo S/. |
|--------------------------------------|----------------|-------------|----------|-----------------|
| a. Mano de obra | | | | 8790.00 |
| Limpieza de campo | Jornal | 30.00 | 30.00 | 900.00 |
| Removido del suelo | Jornal | 30.00 | 35.00 | 1050.00 |
| Mullido de suelo y nivelado | Jornal | 30.00 | 30.00 | 900.00 |
| Cama de almácigo y siembra | jornal | 30.00 | 5.00 | 150.00 |
| Riego | jornal | 30.00 | 2.00 | 60.00 |
| Incorporación de materia orgánica | Jornal | 30.00 | 1.00 | 30.00 |
| Trasplante campo definitivo | Jornal | 30.00 | 25.00 | 750.00 |
| Deshierbo | Jornal | 30.00 | 30.00 | 900.00 |
| Riego | Jornal | 30.00 | 15.00 | 450.00 |
| Aporque | Jornal | 30.00 | 20.00 | 600.00 |
| Aplicación de fertilizantes orgánico | Jornal | 30.00 | 10.00 | 300.00 |
| Cosecha, (Primer corte) | Jornal | 30.00 | 15.00 | 450.00 |
| Cosecha (Segundo corte) | Jornal | 30.00 | 20.00 | 600.00 |
| Selección y embazado | Jornal | 30.00 | 25.00 | 750.00 |
| Estibadores | Jornal | 30.00 | 30.00 | 900.00 |
| b. Maquinaria agrícola | | | | 480.00 |
| Aradura y surcado | hr./maq. | 40 | 12h x40 | 480.00 |
| c. Insumos | | | | 2070.00 |
| Semilla | Kg. | 140.00 | 0.50 | 70.00 |
| Gallinaza | Saco | 1000 | 2.00 | 2000.00 |
| d. Materiales | | | | 2270.00 |
| Leonardita granulada | Kg. | 3.60 | 0.00 | 0.00 |
| Leonardita líquida | Litro | 40.00 | 30.00 | 1200.00 |
| Palana de corte | Unidad | 20.00 | 4.00 | 80.00 |
| Machete | Unidad | 10.00 | 4.00 | 40.00 |
| Rastrillo | Unidad | 15.00 | 3.00 | 45.00 |
| Balanza tipo Reloj | Unidad | 120.00 | 1.00 | 120.00 |
| Cordel | M ³ | 0.30 | 200.00 | 60.00 |
| Sacos | Unidad | 1.00 | 500.00 | 500.00 |
| Lampa | Unidad | 20.00 | 2.00 | 40.00 |
| Bomba Mochila | Unidad | 150.00 | 1.00 | 150.00 |
| Análisis de suelo | Unidad | 35.00 | 1.00 | 35.00 |
| e. Transporte | t | 20.00 | 12.43 | 248.60 |
| TOTAL DE COSTOS DIRECTOS | | | | 13858.60 |
| Gastos Administrativos (10%) | | | | 1385.86 |
| Beneficios sociales (50%) | | | | 4395.00 |
| TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS | | | | 5780.86 |
| TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN | | | | 19639.46 |

T4: Costo de producción para 1 Ha de Brócoli en Lamas

| | Unidad | Costo (S/.) | Cantidad | Costo S/. |
|--------------------------------------|----------------|--------------------|-----------------|------------------|
| a. Mano de obra | | | | 8790.00 |
| Limpieza de campo | Jornal | 30.00 | 30.00 | 900.00 |
| Removido del suelo | Jornal | 30.00 | 35.00 | 1050.00 |
| Mullido de suelo y nivelado | Jornal | 30.00 | 30.00 | 900.00 |
| Cama de almácigo y siembra | jornal | 30.00 | 5.00 | 150.00 |
| Riego | jornal | 30.00 | 2.00 | 60.00 |
| Incorporación de materia orgánica | Jornal | 30.00 | 1.00 | 30.00 |
| Trasplante campo definitivo | Jornal | 30.00 | 25.00 | 750.00 |
| Deshierbo | Jornal | 30.00 | 30.00 | 900.00 |
| Riego | Jornal | 30.00 | 15.00 | 450.00 |
| Aporque | Jornal | 30.00 | 20.00 | 600.00 |
| Aplicación de fertilizantes orgánico | Jornal | 30.00 | 10.00 | 300.00 |
| Cosecha, (Primer corte) | Jornal | 30.00 | 15.00 | 450.00 |
| Cosecha (Segundo corte) | Jornal | 30.00 | 20.00 | 600.00 |
| Selección y embazado | Jornal | 30.00 | 25.00 | 750.00 |
| Estibadores | Jornal | 30.00 | 30.00 | 900.00 |
| b. Maquinaria agrícola | | | | 480.00 |
| Aradura y surcado | hr./maq. | 40 | 12h x40 | 480.00 |
| c. Insumos | | | | 2070.00 |
| Semilla | Kg. | 140.00 | 0.50 | 70.00 |
| Gallinaza | Saco | 1000 | 2.00 | 2000.00 |
| d. Materiales | | | | 3070.00 |
| Leonardita granulada | Kg. | 3.60 | 0.00 | 0.00 |
| Leonardita líquida | Litro | 40.00 | 50.00 | 2000.00 |
| Palana de corte | Unidad | 20.00 | 4.00 | 80.00 |
| Machete | Unidad | 10.00 | 4.00 | 40.00 |
| Rastrillo | Unidad | 15.00 | 3.00 | 45.00 |
| Balanza tipo Reloj | Unidad | 120.00 | 1.00 | 120.00 |
| Cordel | M ³ | 0.30 | 200.00 | 60.00 |
| Sacos | Unidad | 1.00 | 500.00 | 500.00 |
| Lampa | Unidad | 20.00 | 2.00 | 40.00 |
| Bomba Mochila | Unidad | 150.00 | 1.00 | 150.00 |
| Análisis de suelo | Unidad | 35.00 | 1.00 | 35.00 |
| e. Transporte | t | 20.00 | 12.43 | 248.60 |
| TOTAL DE COSTOS DIRECTOS | | | | 14658.60 |
| Gastos Administrativos (10%) | | | | 1465.86 |
| Beneficios sociales (50%) | | | | 4395.00 |
| TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS | | | | 5860.86 |
| TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN | | | | 20519.46 |

Anexo 5: Datos de campo

| Bloques | Trats | % PRENDIMIENTO | Prendimiento | N° de plantas/ha | H de planta (cm) | Diámetro base del tallo | Peso inflorescencia (fruto)(gr.) | Peso promedio de la inflorescencia en kg | Rendimiento (kg.ha-1) |
|------------------|-------|-------------------|--------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|--|--|--------------------------|
| I | 0 | 96.29 | 0.96 | 25000.00 | 22.80 | 4.48 | 518.50 | 0.51850 | 12481.59 |
| II | 0 | 100.00 | 1.00 | 25000.00 | 23.00 | 4.41 | 522.20 | 0.52220 | 13055.00 |
| III | 0 | 92.59 | 0.93 | 25000.00 | 22.10 | 4.44 | 508.10 | 0.50810 | 11761.24 |
| I | 1 | 100.00 | 1.00 | 25000.00 | 23.50 | 4.79 | 561.40 | 0.56140 | 14035.00 |
| II | 1 | 100.00 | 1.00 | 25000.00 | 24.10 | 4.64 | 564.20 | 0.56420 | 14105.00 |
| III | 1 | 100.00 | 1.00 | 25000.00 | 23.70 | 4.57 | 568.70 | 0.56870 | 14217.50 |
| I | 2 | 100.00 | 1.00 | 25000.00 | 23.30 | 4.77 | 588.30 | 0.58830 | 14707.50 |
| II | 2 | 100.00 | 1.00 | 25000.00 | 23.40 | 4.71 | 580.00 | 0.58000 | 14500.00 |
| III | 2 | 100.00 | 1.00 | 25000.00 | 24.30 | 4.79 | 592.00 | 0.59200 | 14800.00 |
| I | 3 | 100.00 | 1.00 | 25000.00 | 23.80 | 4.73 | 590.50 | 0.59050 | 14762.50 |
| II | 3 | 100.00 | 1.00 | 25000.00 | 23.60 | 4.72 | 585.20 | 0.58520 | 14630.00 |
| III | 3 | 100.00 | 1.00 | 25000.00 | 24.40 | 4.68 | 560.30 | 0.56030 | 14007.50 |
| I | 4 | 96.29 | 0.96 | 25000.00 | 23.40 | 4.85 | 623.10 | 0.62310 | 14999.57 |
| II | 4 | 100.00 | 1.00 | 25000.00 | 23.40 | 4.77 | 609.90 | 0.60990 | 15247.50 |
| III | 4 | 100.00 | 1.00 | 25000.00 | 24.40 | 4.81 | 598.70 | 0.59870 | 14967.50 |
| Promedios | | 99.01 | | | 23.55 | 4.68 | 571.41 | | 14151.83 |